Джон Р. АНДЕРСОН

КОГНИТИВНАЯ ПСИХОЛОГИЯ

5-е издание



Москва · Санкт-Петербург · Нижний Новгород · Воронеж
Ростов-на-Дону · Екатеринбург · Самара
Киев · Харьков · Минск
2002

Джон Андерсон

Когнитивная психология

5-е издание

Серия «Мастера психологии»

Перевел с английского С. Комаров

Главный редактор	*Е. Строганова*
Заведующий редакцией	*Л. Винокуров*
Руководитель проекта	*И. Карпова*
Выпускающий редактор	*А. Борин*
Научный редактор	*Л. Винокуров*
Литературный редактор	*Г. Барбашинов*
Художественный редактор	*С. Маликова*
Корректоры	*М. Рошаль, Н. Тюрина*
Верстка и обработка иллюстраций	*И. Смарышева*

ББК 88.37 УДК 159.9

Андерсон Дж.

А65 Когнитивная психология. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2002. — 496 с.: ил. — (Серия «Мастера психологии»).

ISBN 5-272-00216-4

В книге последовательно и целостно излагаются теоретические основы когнитивной психологии, представлен ясный, убедительный анализ таких важнейших разделов данной предметной области, как репрезентация знаний, обработка информации и когнитианая нейронаука. Предлагаемое вниманию читателей пятое издание является полностью переработанным, особенно раздел, посвященный когнитивной нейронауке, где новые методы оказывают существенное влияние на современное понимание человеческой психики. Также был обновлен материал по другим темам, включая свидетельские показания и синдром ложных воспоминаний, фотографическую память и эффект самореференции, а также нервные корреляты приобретения навыков. В результате формируется цельная картина современного состояния когнитивной психологии, что позволяет наиболее точно и полноценно анализировать достижения в этой области.

© 2000, 1995, 1990, 1985, 1980 by Worth Publishers and W. H. Freeman

© Перевод на русский язык ЗАО Издательский дом «Питер», 2002

© Издание на русском языке, оформление ЗАО Издательский дом «Питер», 2002

Права на издание получены по соглашению с Worth Publishers
Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 5-272-00216-4

ISBN 0-7167-3678-0 (англ.)

ЗАО «Питер Бук», 196105, Санкт-Петербург, Благодатная ул., д. 67.
Лицензия ИД № 01940 от 05.06.00.
Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005-93, том 2; 95 3005 — литература учебная.
Подписано к печати 31.07.02. Формат 70х100/16. Усл. п. л. 39,99. Тираж 5000. Заказ 764

Отпечатано с готовых диапозитивов в ФГУП ордена Трудового Красного Знамени «Техническая книга»
Министерства РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций
198005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29

Оглавление

Предисловие

Это пятое издаиие моей книги. Более двадцати лет назад вышло ее первое издание. С тех пор в когнитивной психологии сменилось целое поколение ученых и многое произошло; многое также произошло со мной и моими взглядами на эту область и учение.

Первое издание было написано, когда когнитивиая психология только достигла зрелости. В 1950-х гг. несколько истиниых пионеров в даиной области порвали с бихевиористской традицией и заложили основы когнитивиой психологии. В 1960-х гг. психологи упорно трудились, чтобы создать экспериментальные парадигмы и теоретические модели для новой дисциплины. Когда в начале 1970-х гг. я пришел в эту область, у меия была возможность воспользоваться достижениями предыдущих двух десятилетий работы. В 1970-х гг. наблюдался удивительиый расцвет исследований, и к коицу десятилетия для меня стало очевидным, что сложилась отчетливая структура этой области, которая могла бы быть изложена в учебнике. Первое издание этой книги осуществилось в 1980 г.

С 1980 г. когнитивная психология существенно развилась. Практически каждая ее область расширила свои эмпирические основы и стала более детальной в теоретических интерпретациях. Становится все более сложиым выбирать, что именно обсуждать в книге, но я продолжаю стремиться давать читателю широкую картину текущего состояния дел в данной области. Появились новые направления исследований, особенио касающиеся изучения мастерства и нервиых основ познания. В главе 9, которая появилась во втором издаиии, представлены некоторые исследования мастерства. Вероятио, наиболее существенное различие между этим и четвертым изданием состоит в большем привлечении даниых когнитивиой нейронауки. Такие данные иачинают существенно определять наше понимание психики.

Ввиду слияиия издательских компаний моя киига теперь выходит в издательстве *Worth*. Для меия это был относительио безболезиеиный переход, и я высоко ценю усилия, предприиятые для этого издательством *Worth*, особенно предоставлеиную мне возможность ознакомиться с большим количеством рецензий. Я также высоко ценю миогие комментарии и предложения этих рецеизентов: Чарльза К. Аллана, Университет штата Монтана; Джеймса Била, Государствеиный университет Грэнд Вэлли; Стивена Блессинга, уииверситет Флориды; Брюса Бриттона, Университет Джорджии; Грегори Бартона, Университет Сетои Холл; Роберта Калфи, Стэифордский университет; Ника Чатера, Уорвикский университет, Великобритания; Дэвида Элмса, Университет Вашииггона и Ли; К. Аидерса Эриксона, Государственный университет Флорнды; Дорси Халперт, Бруклинский колледж; Лорны Хернандес-Джарвис, Хоуп колледж; Роберта Хоффмана, уииверситет Западной Флориды; Эрла Ханта, университет Вашингтона; Филипа Джонсон-Лэрда, Приистонский университет; Кареи Дж. Митчелл, Кентский государственный университет; Джона Д. Марри, Южный университет Джорджии; Е. Слейтера Ньюмана, Государствеиный университет Северной Каролиины; Томаса Палмери, Уни-

верситет Ваидербильт; Джозефа Томпсоиа, Уииверситет Вашиигтоиа и Лн; Ромаиа Трабаиа, Техиический уииверситет штата Техас; Патрисию де Уинстенлн, колледж Оберлии; Чарльза А. Уивера, Бэйлорский университет; Лэрри Вуда, Университет Бригема Яига.

Я также хотел бы поблагодарить людей, которые читали первые четыре издаиия моей кииги, поскольку я все еще ощущаю их влияиие: Джима Андерсона, Ирва Бндермаиа, Лиз Бьйорк, Лайл Бурн, Джоиа Браисфорда, Пэта Карпеитера, Билла Чейза, Мики Чи, Билла Клэнси, Чака Клифтоиа, Линн Купер, Гаса Крэйка, Боба Кроудера, Марту Фарах, Рональда Фиика, Сьюзеи Фиск, Майкла Газзаиигу, Эллеи Гаиье, Рошель Гельмаи, Лини Хашер, Джефа Хинтоиа, Кэйти Хнрш-Пасек, База Ханта, Лэри Хаитсмана, Лиии Хиах, Марселя Джаста, Стивена Кила, Уолтера Киича, Дэйва Клара, Стнва Косслииа, Эла Лесголда, Клейтона Льюиса, Бет Лофтус, Маршу Ловетт, Мэрилии Мак-Доиальд, Брайеиа Мак-Винни, Домииика Массаро, Джея Мак-Клелланда, Эла Ньюэлла, Доиа Нормаиа, Гэри Олсона, Аллаиа Паивио, Нэиси Пеииингтои, Джейии Перлмуттер, Питера Полсона, Джима Померанца, Майка Позиера, Роджера Ратклиффа, Лиии Редер, Стнва Рида, Расса Ревлииа, Филипа Риса, Ланса Рипса, Родди Родиджера, Мнриам Шустак, Тэрри Сейиоуски, Боба Сиглера, Эда Смита, Кати Споэр, Боба Стернберга, Чарльза Татума, Дэйва Тимаиа, Тома Трабассо, Геири Валла и Марию Зарагоза.

Накоиец, я хотел бы поблагодарить моего секретаря Элен Борек, которая также работала иад предыдущими двумя издаииями. Оиа стала своего рода ветераном работы иад этой кииго́й, ибо ее зиаиия внесли немалую лепту в успех проекта.

Джон Р. Андерсон

ГЛАВА 1

Наука о познании

Наш вид называется *homo sapiens*, или «человек разумимый». Этот термин отражает общее убеждеиие, что именно иителлект отличает нас от других животных. Цель когнитивной психологии состоит в том, чтобы понять природу человеческого интеллекта и то, как ои работает. В последующих главах этой книги изложены сведения, получеиные когнитивными психологами о различных аспектах человеческого интеллекта. В этой главе предпринята попытка ответить на следующие вопросы.

- Почему люди изучают когиитивную психологию?
- Где и когда возиикла когнитивная психология?
- Каковы методы когннтивной психологии как науки?

Мотивация

Интеллектуальное любопытство

Основиая причиив изучения когнитивной психологии та же, что и у любого другого научного исследования: желание знать. В этом отношеиии когиитивиый психолог похож на жестянщика, который хочет знать, как работают часы. Человеческая психика — особенно интересное устройство, которое обиаруживает замечательную способность к адаптации и пониманию. Мы часто ие осознаем удивительиые аспекты человеческого познания. Точно так же как мы можем легко не обратить внимаиия иа огромное количество техники, которая позволяет следить за событиями, освещаемыми по телевидению в прямой трансляции со всего мира, мы можем не думать о том, насколько должиы быть сложиы наши умственные процессы, чтобы позволить нам понять эти события в иовостях. Хотелось бы понять механизмы, которые делают возможиой такую сложиую интеллектуальную деятельность.

Внутреиняя работа человеческого разума иамного более запутаниа, чем самые сложные системы современных технологий. Исследователи в области ***искусственного интеллекта*** (ИИ) пытались создать программы, которые позволят компьютерам проявлять интеллектуальиое поведение. Хотя в этой области в течеиие более сорока лет велась актнвиая работа и были достигнуты значительиые успехи, исследователи ИИ все еще не энают, как создать программу, которая соответствовала бы человеческому интеллекту. Никакая из имеющихся программ ие может

вспоминать факты, решать проблемы, устанавливать причины, учиться и понимать язык так же легко, как человек. Это объясняется не тем, что способности компьютеров ниже, чем у человека, а скорее тем, что мы еще недостаточно хорошо знаем, как организована обработка информации в мозге.

Кажется, нет ничего сверхъестественного в человеческом интеллекте, что делало бы невозможным его моделирование на компьютере. Возьмем, например, научное открытие. Часто оно рассматривается как проявление наивысших способностей человеческого интеллекта, когда ученые, по всеобщему мнению, демонстрируют поразительную интуицию, чтобы объяснить озадачивающий набор данных. Формулирование новой научной теории, как предполагается, требует и большого творческого потенциала, и специальных дедуктивных способностей. Герберт Саймон, лауреат Нобелевской премии по экономике 1978 г., потратил сорок лет на изучение когнитивной психологии и в последнее время сосредоточился на интеллектуальных достижениях, связанных с «созданием» науки. Он и его коллеги (Langley, Simon, Bradshaw, & Zytkow, 1987) создали компьютерные программы, которые моделируют действия по решению проблем при открытии законов движения планет Кеплера, закона Ома для электрических цепей и законов химических реакций. Эти программы являются одним из наиболее внушительных достижений в создании искусственного интеллекта. Саймон также исследовал процессы, связанные с его собственными научными открытиями (Simon, 1989). Во всех случаях он обнаружил, что научные открытия можно объяснить в терминах основных когнитивных процессов, которые изучаются в когнитивной психологии. Он пишет, что многие из этих действий — это хорошо известные процессы решения проблем (мы рассмотрим их в главах 8 и 9):

> Кроме того, инсайт, который предположительно требуется для такой работы, как открытие, оказывается синонимичным знакомому процессу понимания; и другие термины, обычно используемые в обсуждении творческой работы, — такие как «проницательность», «творческий потенциал» или даже «гений», — по-видимому, совершенно несущественны или определяются, как и инсайт, в терминах обычных и хорошо понятных концепций (p. 376).

Таким образом, основной аргумент Саймона заключается в том, что, когда мы детально рассматриваем человеческий гений, мы обнаруживаем сложную совместную работу основных когнитивных процессов, направленную на достижение замечательных результатов.[1]

В основе таких интеллектуальных достижений, как научные открытия, лежат базовые когнитивные процессы.

Связь с другими науками

Студенты и исследователи, интересующиеся другими областями психологии или социологии, имеют дополнительное основание для знакомства с достижениями в когнитивной психологии. Основные механизмы человеческого мышления, которые пытается понять когнитивная психология, важны и для понимания различ-

---

[1] Вайсберг (Weisberg, 1986) в книге «Креативность: гений и другие мифы» (*Creativity: Genius and other myths*) приходит к подобному заключению. — *Примеч. авт.*

ных типов поведения, изучаемых другими общественными науками. Например, знание о том, как люди мыслят, важно для понимания некоторых нарушений мышления (клиническая психология), поведения людей при их общении друг с другом или в группах (социальная психология), процессов убеждения (политология), путей выработки экономических решений (экономика), причин большей эффективности определенных способов организации групп (социология) или особенностей естественных языков (лингвистика). Когнитивная психология, таким образом, — это фундамент, на котором стоят все другие общественные науки, точно так же как физика — основа для других естественных наук.

Тем не менее в значительной мере общественные науки развились, не основываясь на когнитивной психологии. Два факта объясняют это обстоятельство. Во-первых, когнитивная психология не настолько развита. Во-вторых, исследователи в других общественных науках сумели найти не связанные с когнитивными механизмами принципы более высокого порядка, чтобы объяснить явления, которые их интересовали. Так, экономисты обсуждают процесс выработки рационального решения, не учитывая, как люди принимают решения (тема главы 10). Но в этих общественных науках многое неизвестно или недостаточно понятно. Если бы мы знали, как эти принципы более высокого порядка объяснить в терминах когнитивных механизмов и как применить когнитивные механизмы непосредственно к явлениям более высокого порядка, мы могли бы лучше понимать рассматриваемые явления. Например, если бы мы лучше понимали процесс принятия решения людьми, мы могли бы понять отклонения от рекомендаций экономистов при принятии рационального решения.

Когнитивная психология может обеспечивать основу для многих других областей общественных наук.

Практическое применение

Желание понимать — важный мотив для изучения когнитивной психологии, как и любой другой науки, но есть и другой важный мотив — практическое значение этой науки. Если мы действительно поймем, как люди приобретают знания и интеллектуальные навыки и как они реализуют интеллектуальные умения, мы сможем повысить уровень их интеллекта и его продуктивность.

Знания, полученные когнитивными психологами, приносят пользу и отдельным людям, и обществу в целом. Многие наши проблы проистекают из неспособности отвечать требованиям, предъявляемым нашему познанию. Эти проблемы усугубляются «информационным взрывом» и научно-технической революцией, свидетелями которой мы являемся. Когнитивная психология только начинает заниматься этими проблемами, но уже достигнуто ясное и позитивное понимание в некоторых прикладных вопросах. Когнитивная психология применяется в юриспруденции (надежность свидетельских показаний [Loftus, 1979]), при разработке компьютерных систем (использование текстовых процессоров [Card, Moran, & Newell, 1983], при работе в Интернете [Pirolli & Card, в печати]) и в обучении (работа в классе [Gagne, Yekovich, & Yekovich, 1993]). Когнитивная психология также вносит важный вклад в наше понимание психических расстройств, являющихся следствием нарушения психической деятельности, например шизофрении

(Cohen & Servan-Schreiber, 1992), или результатом повреждения мозга, например амнезии (Baddeley, Wilson, & Watts, 1995).

В этой книге приводятся многочисленные примеры исследований в когнитивной психологии, что важио для развнтия навыков научной работы. Прочитав эту книгу и усвоив соответствующие знаиия, студенты улучшат свои интеллектуальные способности. В иащей лаборатории (Anderson, Corbett, Koedinger, & Pelletier, 1995) мы объединили знание когнитивной психологии и методов искусственного иителлекта, чтобы создать «разумиые» обучающие компьютеры, которые существеино улучшили результаты студентов (см. глава 9).

Таким образом, еще одиа причина для изучения когнитивной психологии и стимулирования ее развития состоит в возможности повысить эффективность интеллектуальиой деятельиости людей. В следующем разделе мы приведем доказательства этого утверждеиия. Мы покажем, как можно применить когнитивную психологию для эффективного изучения этого учебника.

Изучение когнитивной психологии имеет значение для повышения эффективности интеллектуальной деятельности.

Как читать эту книгу

Одно из достижений когнитивной психологии состоит в том, что она выявила методы, которые позволяют читать и запоминать текст, подобный этому. Это исследоваиие будет описано в главе 7, посвященной памяти, и в главе 12, посвящениой понимаиию языка. Но вам как студентам полезио узнать основиую суть этих методов прямо сейчас, чтобы вы смогли примеиить их при чтении книги. Ключевая идея состоит в том, что важно идентифнцировать основные положения каждой части подобного текста и пытаться понять, как организованы эти основные положения. Я попробовал помочь вам в этом, поместив после каждого раздела короткое резюмирующее предложение, в котором сформулирована основная идея. Я рекомендую вам использовать следующий метод, который лучше всего поможет запомиить материал. Это вариант метода *PQ4R*, описаииого в главе 7.

1. Просмотрите главу. Прочитайте заголовки разделов и итоговые формулировки, чтобы получить общее представление о содержании главы и количестве матернала, посвященного каждой теме. Попытайтесь понять каждую итоговую формулировку и спросите себя, знали ли вы об этом раньше или догадывались ли об этом.

Затем для каждого раздела книги проделайте следующие шаги.

2. Сформулируйте вопрос для изучения. На основе заголовка раздела задайте себе вопрос, на который вы попробуете ответить при чтеиии текста. Например, в разделе «Иителлектуальное любопытство» вы можете спросить себя: что может быть интересным в когнитивиой психологии? Это сделает чтение раздела целенаправленным.
3. Прочитайте раздел, чтобы понять его и ответить иа ваш вопрос. Попытайтесь связать прочитанное с ситуациями в вашей жизни. Например, в разделе «Интеллектуальное любопытство» вы можете поразмышлять об известных вам научных открытиях, которые, очевидно, требовали креативности.

4. В конце каждого раздела прочитайте резюме и спросите себя, действительно ли оно отражает основную идею раздела, как вы ее поняли и почему эта идея основная. Иногда вам может понадобиться повторно прочитать некоторые части раздела.

В конце главы вам следует сделать обзор пройдениого материала.

5. Просмотрите текст, обращая внимание на основные положения. Попробуйте ответить на поставленные вамн вопросы (шаг 2), а также любые другие вопросы, которые появятся у вас. Часто прн подготовке к экзамену полезно спросить себя, какне зкзаменацнонные вопросы вы придумали бы к этой главе.

Как мы еще не раз увидим в дальнейших главах, такая стратегия изучения приводит к лучшему запоминанню текста.

Запомннание текста может быть улучшено, еслн вы многократно читаете текст, прн этом задавая себе вопросы.

История когнитивной психологии

Предыстория

В западной цивилизации интерес к человеческому познанию проявлялн еще древние греки. Платон и Аристотель, в их исследованнях природы и пронсхождения знания, говорили о памяти н мышлении. Эти ранние обсуждения, которые носили фнлософский характер, в конечном счете растянулись иа столетия. Выделялись две позицин: *эмпиризм*, который утверждал, что знание возникает из опыта, и *нативизм*, полагавший, что дети приходят в мир с запасом врожденных знаний. Спор разросся в XVII, XVIII н XIX вв., когда такие английские философы, как Беркли, Локк, Юм и Милль, отстаивали точку зрения змпиризма, а такие континентальные философы, как Декарт и Кант, представляли позицию нативнзма. Хотя зти дискуссии были по своей сути философскими, они часто превращалнсь в психологические размышления о человеческом познанин.

В течение этого длительного периода философскнх дебатов заметно развнлись такие науки, как астрономия, фнзика, хнмия н биология. Любопытно, что ие предпринималось никаких попыток применить научный метод к поннманию человеческого познания; этого не происходило до конца XIX в. Конечно, не было никаких технических или концептуальных барьеров, препятствующих изученню когнитивной пснхологии ранее. Фактически, многие эксперименты в когннтивной психологии могли бы быть выполнены и поняты во времена древних греков. Но когнитивная психология, подобно многим другим наукам, страдала из-за нашей эгоцентричной, мистической и запутанной установки относнтельно нас самих и нашей собственной природы. До XIX в. казалось невообразнмым, что работа человеческого разума также может быть подвергнута научному анализу. Как следствие этого, когнитивная пснхология как наука существует лишь примерно 125 лет, и отстает от многнх других наук в своем развитии. При этом бóльшую часть нз первых ста лет пришлось потратнть на освобождение от пагубных ложных представ-

лений, которые могут возникать, когда люди участвуют в таком сосредоточенном на себе предприятии, как научное изучение человеческого познания. Это как раз тот случай, когда разум изучает себя.

Только в последние 125 лет стало понятным, что человеческое познание может быть предметом научного изучения, а не философских размышлений.

Психология в Германии

Считается, что психология как наука началась в 1879 г., когда в Германии Вильгельм Вундт основал первую психологическую лабораторию в Лейпциге. Вундт занимался когнитивной психологией (в отличие от других главных разделов психологии, таких как сравнительная, клиническая или социальная психология), хотя круг его научных интересов был намного шире. Методом исследования, используемым Вундтом, его студентами и большим количеством ранних психологов, была *интроспекция*. При использовании этого метода хорошо подготовленные наблюдатели сообщали о содержании собственного сознания при тщательно контролируемых условиях эксперимента. Основное убеждение при этом состояло в том, что психическая деятельность должна быть доступной для самонаблюдения. Опираясь на эмпиризм британских философов, Вундт и его коллеги полагали, что путем интенсивного самонаблюдения можно выявить первичные переживания, из которых состоит мысль. Таким образом, чтобы создать теорию познания, психолог должен лишь объяснить содержание интроспективных самоотчетов.

Рассмотрим типичный интроспективный эксперимент. Майер и Орт (Mayer & Orth, 1901) давали испытуемым задания на свободные ассоциации. Экспериментаторы произносили слово и затем измеряли продолжительность времени, требовавшегося испытуемым на то, чтобы отреагировать на это слово. Затем испытуемые сообщали обо всех своих осознанных переживаниях с момента предъявления стимула до появления реакции на него. Чтобы получить представление об этом методе, попытайтесь выявить ассоциацию на каждое из следующих слов; после каждой ассоциации попробуйте проанализировать содержание вашего сознания в период между предъявлением слова и появлением вашей ассоциации:

пальто
книга
точка
миска

В эксперименте Майера и Орта было получено много сообщений о довольно неясных осознанных переживаниях. Что бы ни присутствовало в сознании, это, очевидно, не всегда включало в себя ощущения, образы или другие явления, о которых привыкли сообщать испытуемые в лабораториях. Результаты этого эксперимента вызвали споры по проблеме возможности мысли без образов — может ли осознанное переживание быть лишено конкретного содержания. Как мы увидим в главах 4 и 5, современная когнитивная психология достигла реальных успехов в ответе на этот вопрос.

В конце XIX – начале XX в. немецкие психологи пытались использовать интроспекцию для изучения психической деятельности.

Психология в Америке

Интроспективная психология Вундта не была полностью принята в Америке. Первые американские психологи занимались тем, что они называли «интроспекция», но это не было интенсивным анализом содержания сознания, осуществленного немецкими учеными. Скорее, это было в значительной степени случайное и рефлексивное самосозерцание, а не интенсивное и аналитическое самонаблюдение. В «Принципах психологии» Уильяма Джеймса (James, 1890) отражено лучшее из этой традиции, и многие идеи в этой работе все еще уместны и убедительны сегодня. Настроения в Америке определялись философскими доктринами прагматизма и функционализма. Многие психологи того времени работали в образовании, и практика требовала «ориентированной на действия» психологии, которая была бы пригодна к практическому применению. Интеллектуальный климат в Америке не принимал психологию, сосредоточенную на вопросах о том, основано ли содержание сознания на чувственном опыте.

Одной из важных фигур ранней американской научной психологии был Эдвард Торндайк, сформулировавший теорию научения, которая была непосредственно применима в школьной практике. Торндайк занимался такими основными вопросами, как влияние награды и наказания на скорость научения. По его мнению, сознательный опыт был просто лишним грузом, который можно в значительной степени игнорировать. Очень часто его эксперименты проводились на котах. Исследования на животных предполагали меньшие этические ограничения, чем эксперименты на людях. Торндайк, вероятно, был счастлив, что испытуемые не могли заниматься интроспекцией.

В то время как в начале XX в. в Америке интроспекция игнорировалась, на континенте с ней также возникали трудности. Различные лаборатории сообщали о разных типах интроспекции, каждый из которых соответствовал теории той лаборатории, в которой он выделялся. Становилось ясно, что невозможно понять психическую деятельность с помощью одной лишь интроспекции. Многие важные когнитивные процессы не были осознаваемыми. Эти два фактора, «нерелевантность» интроспективного метода и его очевидная противоречивость, создали основу для бихевиористской революции в американской психологии, которая произошла около 1920 г. Джон Уотсон и другие бихевиористы решительно выступили не только против интроспекционизма, но и против любых попыток создать теорию психических операций. *Бихевиоризм* основывался на положении о том, что психология должна интересоваться исключительно внешним поведением и не должна пытаться анализировать психическую деятельность, лежащую в основе этого поведения:

> Бихевиоризм утверждает, что сознание — это неопределенное и непригодное к употреблению понятие. Бихевиорист, который всегда экспериментатор, придерживается мнения, что убеждение в существовании сознания относится к древним временам суеверия и волшебства (Watson, 1930, p. 2).

> Бихевиорист начинает собственную формулировку проблемы психологии, отметая все средневековые концепции. Он выбрасывает из своего научного словаря все субъективные термины, такие как ощущение, восприятие, образы, желания, цели и даже мышление и эмоции, поскольку они определяются субъективно (Watson, 1930, pp. 5–6).

Бихевиористская программа и поднятые ею проблемы стимулировали проведение исследований познания в американской психологии. Крыса вытеснила человека как основного испытуемого в лабораторных исследованиях, и психологи занялись выяснением того, что можно узнать, изучая научение и мотивацию у животных. Было открыто много нового, но немногое из того имело прямое отношение к когнитивной психологии. Возможно, к наиболее важным достижениям бихевиоризма относится набор сложных и точных методов и принципов экспериментального изучения во всех областях психологии, включая когнитивную психологию.

Бихевиоризм не занимал главенствующего положения в Европе. Такие психологи, как Фредерик Бартлетт в Англии, Александр Лурия в России и Жан Пиаже в Швейцарии, развивали идеи, которые важны для современной когнитивной психологии. Исследования по когнитивной психологии активно велись в Германии, но бóльшая часть полученных результатов была утеряна при нацистах. Многие немецкие психологи эмигрировали в Америку, принеся с собой гештальт-психологию. Некоторые из них стали довольно известными, такие как гештальт-психолог Вольфганг Кёлер, который был избран президентом Американской психологической ассоциации. В Америке гештальт-психологи привлекли к себе внимание своими заявлениями о научении у животных и стали стандартной целью для критики со стороны бихевиористов. Эдвард Толмен был американским психологом, который предвидел многие идеи современной когнитивной психологии, но он также проводил исследования научения у животных и говорил на языке бихевиоризма. К тому же он резко выделялся из доминирующих психологов-бихевиористов.

Ретроспективно трудно понять, как американские бихевиористы могли так негативно относиться к психике и столь долго придерживаться этих взглядов. Нельзя допускать, что невозможно развивать теорию внутренних психических структур и процессов только потому, что интроспекция оказалась ненадежным методом. Это лишь значило, что требовались другие методы. В физике, например, была создана теория строения атома, хотя эти знания могут быть получены лишь аналитически, а не путем непосредственного наблюдения. Но бихевиористы доказывали, что теория внутренней структуры не нужна для понимания человеческого поведения, и в некотором смысле они, возможно, были правы (Anderson & Bower, 1973, pp. 30–37). Но все же теория внутренней структуры намного облегчает понимание людей. Достигнутые в конце XX столетия успехи когнитивной психологии в анализе сложных интеллектуальных процессов свидетельствуют о полезности постулирования психических структур и процессов.

И в интроспекционистских, и в бихевиористских программах мы видим, как человеческий разум пытается понять себя. Интроспекционисты разделяли наивное убеждение в силе самонаблюдения. Бихевиористы так боялись стать жертвой субъективных ошибок, что не могли позволить себе даже думать о психических процессах. Современные когнитивные психологи, кажется, намного легче относятся к субъективности. Они сравнительно беспристрастно относятся к человеческому познанию и подходят к его изучению так же, как к изучению любой другой сложной системы.

Бихевиоризм, который доминировал в американской психологии в первой половине XX в., отвергал использование психических конструктов при объяснении поведения.

Появление современной когнитивной психологии

Когнитивная психология, какой мы ее знаем на сегодняшний день, сформировалась за два десятилетия между 1950 и 1970 гг. На ее появление оказали влияние три главных фактора. Первым были исследования эффективности действий людей, интенсивно проводившиеся в течение Второй мировой войны, когда были крайне необходимы данные о том, как обучить солдат использовать сложное оборудование и как решать проблему нарушений внимания. Бихевиоризм ничем не мог помочь в ответе на такие практические вопросы. В то время как работа во время войны носила прикладной характер, поднятые тогда проблемы после войны были перенесены психологами в академические лаборатории. Работа британского психолога Дональда Бродбента в Исследовательском центре прикладной психологии в Кембридже, вероятно, оказала наибольшее влияние на интеграцию идей, полученных при исследовании эффективности действий человека, с идеями, которые развивались в области, называемой теорией информации. Теория информации являлась абстрактным способом анализа обработки информации. Бродбент и другие психологи, такие как Джордж Миллер, Фред Эттнив и Уэнделл Гарнер, первоначально развивали эти идеи применительно к восприятию и вниманию, но теперь такие исследования распространились на всю когнитивную психологию. Особенности информационного подхода обсуждаются ниже в этой главе. Хотя в когнитивной психологии существуют другие типы анализа, подход, основанный на анализе обработки информации, является доминирующим в этой книге.

Второй подход, близко связанный с информационным, основан на достижениях в информатике, особенно в области искусственного интеллекта (ИИ). Суть ИИ состоит в том, чтобы заставить компьютеры вести себя разумно. Аллен Ньюэлл и Герберт Саймон в Университете Карнеги-Меллона потратили сорок лет на обучение когнитивных психологов применению искусственного интеллекта (и на обучение разработчиков искусственного интеллекта применению когнитивной психологии). Прямое влияние компьютерных теорий на когнитивную психологию всегда было минимальным. Но косвенное влияние было огромным. Из информатики было взято и использовалось в психологических теориях множество концепций. Возможно, более важно то, что, видя, как мы можем анализировать интеллектуальное поведение машины, мы в значительной степени освободились от наших комплексов и неправильных представлений относительно анализа нашего собственного интеллекта.

Третьей областью, оказавшей влияние на когнитивную психологию, была лингвистика. В 1950-х гг. Н. Хомски, лингвист из Массачусетского технологического института, начал разрабатывать новый способ анализа структуры языка. Его работа показала, что язык был намного сложнее, чем считалось ранее, и что многие из бихевиористских формулировок не могли объяснить этих сложностей. Лингвистические исследования Хомски имели огромное значение и позволили когнитивным психологам отвергнуть бихевиористские концепции. В 1950-х и в начале 1960-х гг. Джордж Миллер, работавший в Гарвардском университете, способствовал тому, что эти лингвистические исследования попали в поле зрения психологов и были определены новые пути изучения языка.

Начиная с 1950-х гг. когнитивная психология быстро развивалась. Очень важным событием была публикация в 1967 г. книги Ульрика Найссера «Когнитивная психология» (*Cognitive Psychology*). Эта книга подтвердила право на существование данной науки. Она состоит из шести глав, посвященных восприятию и вниманию, и четырех глав, посвященных языку, памяти и мышлению. Это резко контрастирует с моей книгой, в которой есть лишь две главы по восприятию и вниманию, но десять глав по языку, памяти и мышлению. Мой подход к делению книги на главы отражает возрастающее внимание к высшим психическим процессам. Вслед за работой Найссера, другим важным событием было начало издания журнала *Cognitive Psychology* в 1970 г. Этот журнал много сделал для формирования данной науки.

Не так давно родилась новая дисциплина, называемая *когнитивной наукой*, которая пытается объединить усилия исследователей в области психологии, философии, лингвистики, нейронауки и искусственного интеллекта. Возникновение этой дисциплины связано с появлением в 1976 г. журнала *Cognitive Science*. Области когнитивной психологии и когнитивной науки частично совпадают. Нет смысла пытаться точно определить различия между ними, но когнитивная наука больше использует такие методы, как компьютерное моделирование когнитивных процессов и логического анализа, в то время как когнитивная психология в основном полагается на экспериментальные методы изучения поведения, корни которых уходят в эпоху бихевиоризма. В этой книге используются все методы, но, в соответствии с ее названием, большее внимание уделяется экспериментальной методологии когнитивной психологии.

Когнитивная нейронаука быстро развивалась в последние два десятилетия, когда был достигнут прогресс в теоретических и экспериментальных методах. Мы рассмотрим эти достижения в конце главы. Возможность более жестко увязывать когнитивные явления и механизмы работы мозга оказывает большое влияние на данную науку, как мы покажем дальше в этой книге. Это помогло закрепить разрыв когнитивной психологии с бихевиоризмом. Сегодня критика постулирования психических структур, подобная высказывавшейся Уотсоном, кажется неубедительной, когда мы можем определить локализацию этих умственных структур в мозге.

Когнитивная психология порвала с бихевиоризмом в результате достижений в области теории информации, искусственного интеллекта, лингвистики и нейронауки.

Исследоввния обработки информации

Различные факторы, описанные в предыдущем разделе, привели к появлению специфического подхода к изучению человеческого познания, основанного на изучении *обработки информации*. Этот подход стал доминирующим в когнитивной психологии. В его рамках предпринимается попытка разделить познание на последовательность шагов, в которой обрабатывается абстрактная сущность, называемая информацией.

В 1966 г. Саул Стернберг описал экспериментальную парадигму и предложил ее теоретическое обоснование, которое оказалось весьма важным. В том, что теперь называется *парадигмой Стернберга*, испытуемым показывают небольшой набор цифр, например «3 9 7», который они должны удерживать в памяти. Затем

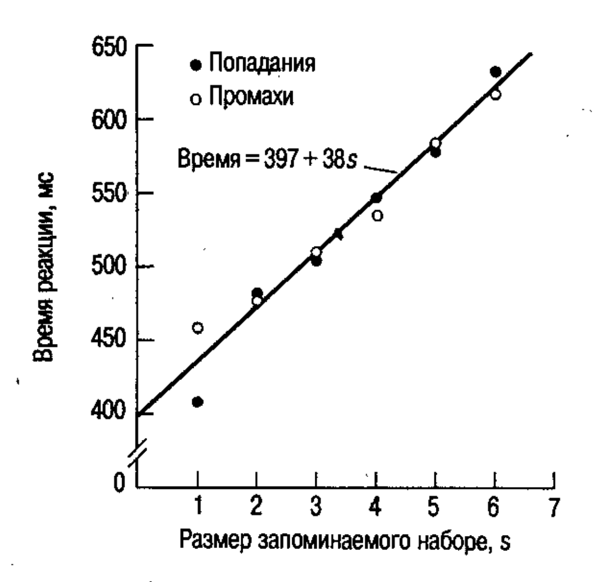


Рис. 1.1. Время, необходимое для опознания цифры, увеличивается с количеством единиц в запоминаемом наборе. Прямая линия представляет линейную функцию, которая наилучшим образом соответствует полученным данным (Sternberg, 1969)

их спрашивают, присутствует ли определенная цифра в этом наборе, и они должны как можно быстрее ответить на этот вопрос. Стернберг изменял количество цифр в запоминаемом наборе от 1 до 6 и измерял скорость, с которой испытуемые давали ответ. На рис. 1.1 показаны его результаты в виде функции от размера запоминаемого набора. Данные показаны отдельно для положительных результатов, или попаданий (9 было бы положительном результатом для приведенного выше набора), и для отрицательных результатов, или промахов (6 было бы отрицательным результатом). Испытуемые могут давать ответы весьма быстро, время между стимулом и реакцией колеблется между 400 мс (миллисекунда — тысячная доля секунды) и 600 мс. Стернберг обнаружил почти линейную зависимость между размером запоминаемого набора и временем, необходимым для ответа. Как показано на рис. 1.1, испытуемые тратят около 38 мс для оценки каждой цифры в наборе.

Стернберг дал очень важное обоснование того, как испытуемые производят оценку. Это обоснование показывает, чем является абстрактная теория обработки информации. Его объяснение проиллюстрировано на рис. 1.2. Стернберг предполагал, что, когда испытуемые видели стимул, например цифру 9, они проходили через ряд стадий обработки информации, показанных на рисунке. Сначала стимул должен кодироваться. Затем стимул сравнивается с каждой цифрой в запоминаемом наборе. Он предполагал, что требуется 38 мс, чтобы закончить каждое из этих сравнений, которые образовывали наклонную линию на рис. 1.1. Затем испытуемый должен был выбрать ответ и, наконец, дать его. Стернберг показал, что на каждую из этих стадий обработки информации будут влиять различные переменные. Так, если он снижал качество стимула, испытуемым требовалось больше времени на вынесение суждения, но это не влияло на наклонную линию на

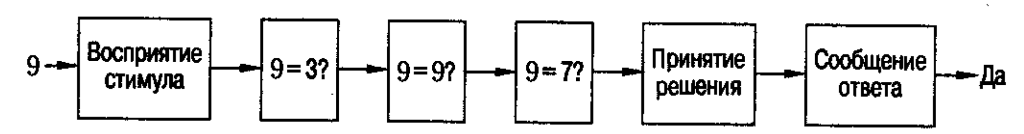


Рис. 1.2. Проведенный Стернбергом анализ последовательности стадий обработки информации в его задании

рис. 1.1. Это происходило потому, что это воздействовало только на стадию восприятия стимула на рис. 1.2. К тому же, если он настраивал испытуемых давать положительные или отрицательные ответы, это затрагивало стадию принятия решения, но не другие стадии.

Стоит отметить, как теория Стернберга иллюстрирует абстрактное объяснение процесса обработки ииформации.

1. Проводится обсуждение процесса обработкн информации без каких-либо попыток осмыслить его в терминах локализации в мозге или нервных процессов.
2. Обработка информации в значительной мере носит символический характер. Так, мы говорим о системе как о сравнении символа 9 с символом 3. Не рассматривается возможная репрезентация этих символов на нервном уровне.
3. Стернберг обращался к компьютерной метафоре для объяснения своей теории обработки информации. Он полагал, что обработку информации в этой задаче можно сравнить с тем, как компьютеры производят сканирование.
4. Время, необходимое на вынесение суждения, является крайне важной переменной. Это обусловлено тем, что обработка информации, как предполагается, происходит в порядке дискретных стадий. Блок-схемы, подобные представлеииой на рис. 1.2, стали очень популярным способом изображения шагов обработки информации. Сами эти блок-схемы заимствованы из информатики.

При анализе обработки информации когнитивная задача разделяется на набор абстрактных шагов обработки информации.

Когнитивная психология начиная с 1970-х гг.

Теории, подобные модели Стернберга, в значительной мере отражали состояние когнитивной психологии в 1970-е гг. В то время предлагались подробные и точные модели обработкн информации для различных аспектов человеческого познания. Но иекоторая обеспокоенность, выражавшаяся относительно таких моделей в 1970-х, задала направление для исследований в когнитивной психологии в течение двух последних десятилетий XX в. Перечитайте описание модели Стернберга и спросите себя, что могло беспокоить когнитивных психологов в связи с подобными моделями. Выделяются три вопроса, обсуждающиеся на следующих страницах.

1. *Релевантность.* Это исследование и теория лабораторной задачи. Является ли познание действительно таким в реальном мире? Найссер, чья книга десятью годами раньше помогла определить данную науку, в 1976 г. написал

другую книгу, в которой давалась резкая критика релевантности лабораторного исследования. В 1982 г. Найссер писал: «Если *X* — интересиый или социально значимый аспект памяти, значит, психологи иикогда не изучали *X*». Когнитивная психология могла отреагировать на эту обеспокоенность, установив, возможно ли практическое применение результатов лабораториых исследований. Как мы отметили ранее, результаты подобных исследований были довольно успешно перенесены на такне области, как образование и взаимодействие человека с компьютером. Это исследоваиие подтвердило, что основные когнитивные процессы, открытые в лаборатории, распространяются на явления реальной жизни. Но обеспокоениость вопросами практического применения не прошла бесследно для когнитивной психологии. Например, она способствовала возиикновению новых областей исследования, таких как особенности экспертного решения проблем (см. главу 9).

2. *Обоснованность.* Модель Стернберга представляет собой теорию того, как люди решают очень простую задачу. Смогут ли когда-нибудь подобные теории объяснить такое сложное явление, как человеческое позиание? Ньюэлл в 1973 г. написал важную статью, в которой критиковал когнитивиых психологов за исследование вселенной с помощью 20 вопросов, и заявлял, что онн никогда не поймут человеческое познание, если ие разработают теорий, охватывающих бóльшую область человеческого позиания. Психологи попытались разработать намного более всесторонние теории познания для решения этой проблемы (Anderson, 1983; Rumelhart & McClelland, 1986b; Newell, 1991). Эти теорни называются *когнитивными архитектурами*, потому что они описывают, как функциоиирует вся когнитивная система. Например, я работаю в том, что называется архитектурой *ACT-R*, которая используется не только, чтобы объясиить, как люди решают задачу Стериберга, но также и в широком круге других ситуаций, от понимания метафор до разработки психологических экспериментов (Anderson & Lebiere, 1998).

3. *Необходимость.* Хотя модель Стернберга адекватно предсказывает результаты, есть ли какие-либо основаиия предполагать, что на самом деле человеческий мозг решает задачу именно таким способом? Джеймс Андерсои в 1973 г. написал статью, в которой критиковал модель Стернберга и другие модели обработки информации как несовместимые с тем, что мы знаем о работе мозга. Возрос интерес к теориям, которые совместимы с тем, что иам известно о функционировании мозга. Кроме того, все больше когиитивных психологов стали изучать нервные процессы, сопровождающие процесс познания. В последнем десятилетии XX в. главной областью исследования стала когнитивная нейронаука. Стало невозможно проводить исследования человеческого познання без понимания некоторых основных фактов, касающихся структур мозга и иервных процессов. Поэтому в последние издания данного учебиика я включил эту вводную главу с кратким обзором нервной системы.

Начиная с 1970-х гг. в когнитивной психологии рос интврес к познанию в условиях реальной жизни, всеобъемлющим теориями познания и нервным механизмвм, лежащим в основе познания.

Нервная система

Нервная система — это не только мозг. В нее входят различные сенсорные системы, которые собирают информацию от частей тела, и моторная система, которая управляет движеиием. В некоторых случаях значительное количество информации обрабатывается вне мозга. С точки зрения обработки информации, наиболее важные компоненты нервной системы — нейроны.[1] *Нейрон* — это клетка, которая накапливает и передает электрическую энергию. Человеческий мозг содержит примерно 100 миллиардов нейронов, каждый из которых способен обрабатывать информацию не хуже небольшого компьютера.[2] Значительная доля из 100 миллиардов нейронов одновременно активна и обрабатывает информацию по большей части через взаимодействия друг с другом. Вообразите возможность обработки информации у 100 миллиардов взаимодействующих компьютеров! Согласно этому представлению о мозге, один трехфунтовый мозг обладает большей вычислительной способиостью, чем все компьютеры в мире. Чтобы вы не переоценивали возможностей мозга, мы должны указать, что он плохо справляется с выполнением некоторых вещей, которые компьютер делает хорошо. Имеется много задач, например вычисление квадратного корня, в которых простой ручной калькулятор может выиграть у всех 100 миллиардов нейронов. Изучить сильные и слабые стороны человеческой нервной системы — главная цель в понимании природы человеческого познания.

Нейрон

Существуют нейроны разнообразных форм и размеров, в зависимости от их местоположения и функции. (На рис. 1.3 даиы некоторые примеры.) Но существует общепринятое понятие о том, что собой представляет прототипичный нейрон, и отдельные нейроны в большей или меиьшей степени соответствуют этому образцу. Этот прототип изображен на рис. 1.4. Главиое тело нейрона называется *сомой*. Обычно размер сомы — от 5 до 100 мкм (микрометр — миллионная доля метра) в диаметре. Присоединенные к соме короткие отросткн называются *дендритами*, а отходящая от сомы длинная трубка — *аксоном*. Длина аксона может изменяться от нескольких миллиметров до метра.

Аксоны обеспечивают постоянные пути, по которым нейроны взаимодействуют друг с другом. Аксон одного нейрона простирается к дендритам других нейронов. На своем конце аксон разделяется на большое количество древовидных разветвлеиий. Каждое разветвление заканчивается концевыми утолщениями, которые почти соприкасаются с дендритом другого нейрона. Промежуток, разделяющий концевое утолщеиие и дендрит, обычно находится в диапазоне от 10 до 50 нм (нанометр — одна миллиардная доля метра). Этот близкий контакт между аксоном и дендритом называется *синапсом*. Наиболее обычные средства связи между нейро-

[1] Например, согласно одной точке зрения, каждый нейрон выполняет порядка 1000 операций умножения и сложения вещественных чисел каждые 10 мс.

[2] Нейроны ни в коем случае не составляют бóльшую часть клеток в нервной системе. Имеется и множество глиальных клеток, которые, как предполагается, прежде всего выполняют опорную функцию для нейронов

Дендрит
Дандрит
Тело клетки
Аксон
Тело клетки
Аксон
Тело клетки
Дендрит
Миэлиновая оболочка
Швановская клетка
Перехват
Нврвно-мышвчное соединение
Мышца
Рецептор
Периферическая ветвь
Центральная ветвь
Тело клетки

Рис. 1.3. Примеры нейронов (Keeton, 1980)

ами состоят в том, что окончание аксона с одной стороны синапса выделяет химические вещества, называемые *нейротрансмиттерами*, которые воздействуют на мембрану дендрита и измеияют его поляризацию, или электрическнй потенциал. Напряжение на виутренней части мембраны, покрывающей весь нейрон, обычно на 70 мВ (милливольт — одна тысячная доля вольта, или 0,001 В) более отрицательно, чем иапряжеиие на внешией стороне мембраны, что объясняется большей

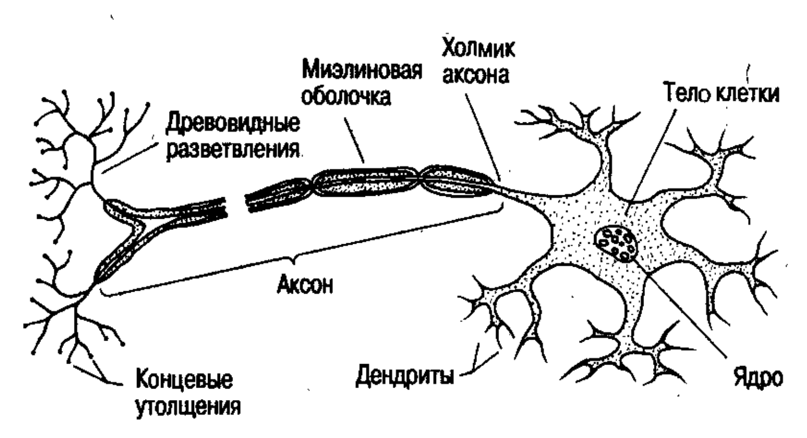


Рис. 1.4. Схема типичного нейрона (Katz, 1952)

концентрацией отрицательиых химических иоиов внутри и положительных ионов вне ее. Особенно важно для понимаиия функционирования нейрона существование большей концентрации положительных ионов натрия на внешней стороне мембраны. В зависимости от характера нейротрансмиттера, разница величин электрических потенциалов может уменьшаться или увеличиваться. Синаптические соединения, которые уменьшают разницу потенциалов, называются *возбуждающими*, а синапсы, которые увеличивают разницу потенциалов, называются *тормозящими*.

Обычно сома и дендрит имеют приблизительно 1000 синапсов от другнх нейронов; аксон обычно имеет синапсы приблизительно с 1000 нейронами. Изменение электрического потенциала из-за активности любого синапса довольно мало, но отдельные возбуждающие и тормозящие влияния могут суммироваться (возбуждающие влияния при суммировании положительны, а тормозящие влияния — отрицательны). Если имеется достаточиое общее возбуждающее воздействне, разница потенциалов в соме может резко снизиться. Если снижение потенциала достаточно велико, то в холмике аксона, там, где он присоединяется к соме, происходит деполяризация (см. рис. 1.4). Эта деполяризация вызвана быстрым проникновением положительных ионов натрия во внутреннюю часть нейрона. Внутренняя часть нейрона на мгновение (на миллисекунду) становится более положнтельной, чем внешняя сторона. Это внезапное изменение, называемое *потенциалом действия* (или спайком), распространяется по аксону. То есть разница потенциалов внезапно и на мгновеиие изменяется вдоль аксона. Скорость, с которой распространяется это изменение, может изменяться от 0,5 до 130 м/с, в завнсимости от характеристик аксона, таких как степень, в который аксон покрыт миэлиновой оболочкой (чем более он миэлинизирован, тем быстрее передача). Когда нервный импульс достигает конца аксона, это приводит к высвобождению нейротрансмиттера из концевых утолщений, и таким образом цикл заканчивается.

Итак, изменения потеициала накапливаются на теле клетки, достигают порога и заставляют потеициал действия распространяться вниз по аксону. Этот импульс в свою очередь приводит к тому, что из окончаний аксона к телу нового нейрона поступают нейротрансмиттеры, вызывая изменения потенциала мембраны. Необходимо подчеркнуть, что данная последовательность — это почти все, что можно сказать об обработке информации на нервиом уровне, но результатом этой простой системы взаимодействий является интеллект. Главная проблема для когнитивной науки состоит в том, чтобы понять, как это происходит.

Время, иеобходимое иа прохождеиие этой нервиой связи от одного нейрона к другому, приблизительно равио 10 мс — определенно больше, чем 1 мс, и определенно меньше, чем 100; точная скорость зависит от характеристик участвующих нейронов. Это намного медлеинее, чем миллионы операций, которые могут быть выполнены за 1 с компьютером. Но одновременно во всем мозге выполняются миллиарды таких действий.

Нейроны взаимодействуют между собой, накапливая изменения электрического потенциала от других нейронов на своих дендритах и телах клеток и посылая по аксонам сигналы, которые отражают эти изменения.

Репрезентация информации на нервном уровне

Информация в мозге представлена в виде непрерывно меняющихся величин. Имеются две такие величины. Во-первых, мембранный потенциал, который может быть более или менее отрицательным. Во-вторых, аксон может отличаться по числу нервных импульсов, которые он передает за 1 с (это называется частотой разрядов). Обычно считается, что важен не паттерн импульсов, передаваемых по отдельному аксону, а их число. Аксон может проводить до 100 нервных импульсов в секунду. Чем больше частота разрядов, тем большее влияние аксон будет оказывать на клетки, с которыми он соединен синапсами. Репрезентация информации в мозге отличается от репрезентации информации в компьютере, где отдельные ячейки памяти, или биты, могут иметь только одно из двух значений: «выключено» и «включено», или 0 и 1. В обычной ячейке компьютера отсутствует непрерывное изменение, как в обычной нервной клетке.

Есть общий способ представления взаимодействия между нейронами, который охватывает многие разновидности передачи информации в нервной системе. Согласно этому способу, нейрон имеет уровень активации, который грубо соответствует его частоте разрядов на аксоне или степени деполяризации дендрита и сомы. Нейроны взаимодействуют, повышая уровень активации других нейронов (возбуждение) или понижая их уровень активации (торможение). Вся обработка информации на нервном уровне осуществляется в терминах этих возбуждающих и тормозящих влияний, которые лежат в основе человеческого познания.

Но возникает вопрос: как информация представлена в нейронах? Имеются доказательства того, что отдельные нейроны реагируют на определенные особенности стимула. Например, в следующей главе описаны нейроны, которые максимально активны, когда в зрительном поле присутствует линия под определенным углом. Есть факты, свидетельствующие о том, что существуют нейроны, которые отвечают на более сложные наборы признаков. Например, в мозге обезьяны есть нейроны, которые, по-видимому, в максимальной степени реагируют на лица (Bruce, Desimone, & Gross, 1981; Desimone, Albright, Gross, & Bruce, 1984; Perrett, Rolls, & Caan, 1982). Но не могут существовать отдельные нейроны, кодирующие все понятия и оттенки значений, которыми мы оперируем. Кроме того, разряды отдельного нейрона не могут представлять сложность структуры лица.

Если отдельный нейрон не может представлять всю сложность нашего познания, то как же она представлена в мозге? Как активность нейронов может представлять понятие «бейсбол»; как она может приводить к решению алгебраической задачи; как она может приводить к чувству фрустрации? Подобные вопросы можно задать относительно компьютерных систем, которые оказались способными ответить на вопросы о бейсболе, решении алгебраической задачи и проявлении фрустрации. Где в миллионах «включенных» и «выключенных» бит в компьютере находится понятие «бейсбол»? Как изменение в битах приводит к решению алгебраической задачи или к чувству фрустрации? В каждом случае ответ заключается в том, что, задавая эти вопросы, мы не видим леса за деревьями. Понятия «бейсбол», «решение проблемы» и «эмоции» представлены в больших паттернах изменений битов. Точно так же человеческое познание осуществляется посред-

Таблица 1.1

Кодирование слов *cognitive psychology* в *ASCII*

1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	0	0	1	1	1	0	1

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
0	0	0	1	0	1	1	1	0	0

ством больших паттернов нервной деятельности. В одном исследовании Мазойер с коллегамн (Mazoyer et al., 1993) сравнивали испытуемых, слышащих случайные слова, с испытуемыми, слышащими слова, которые образовывали бессмысленные предложения, с испытуемыми, слышащими слова, которые образовывали осмысленные предложения. Используя методы, которые будут описаны ниже, исследователи измеряли активность мозга. Они обнаруживали активность во все большем количестве областей, по мере того как испытуемые переходили от слушания слов к слушанию предложений и далее к слушанию осмысленных рассказов. Это указывает на то, что наше понимание осмысленных историй требует активности многнх областей мозга.

Полезно рассмотреть, как компьютер хранит информацию. Рассмотрим простой случай: запись слов. Большинство компьютеров имеют коды, с помощью которых отдельные паттерны двоичных величин (единицы и нули) представляют буквы. Таблица 1.1 иллюстрирует использование одной схемы кодирования, называемой *ASCII*[1]; она содержит паттерны нулей и единиц, которые кодируют слова *cognitive psychology*.

Точно так же информация в мозге может быть представлена в терминах паттернов нервной активности, а не просто как работа клеток. Код в табл. 1.1 включает некоторые избыточные биты, которые позволяют компьютеру исправлять ошибки, если какие-то биты будут потеряны (обратите внимание на то, что каждая колонка имеет четное число единиц). Как и в случае с компьютером, мозг, по-видимому, кодирует избыточное количество информации, чтобы, даже если неко-

[1] *ASCII* (сокр. от *American standard code for information interchange*) — Американский стандартный код обмена ннформацней. — *Примеч. перев.*

...е клетки будут потеряны, он все же смог определить, какой паттерн кодиру... Обычно считается, что мозг использует иные схемы кодирования информа... и достижения избыточности, чем компьютер. Очевидно, мозг также исполь... намного более избыточный код, чем компьютер. Это происходит потому, что ...ение отдельных нейронов не особенно надежно.

...о сих пор мы говорили только о паттернах нервной активности. Но такие пат...ы преходящи. Мозг не поддерживает один и тот же паттерн в течение минут, ...воря уже о днях. Это означает, что эти паттерны не могут кодировать наши ...оянные знания о мире. Предполагается, что запоминаемая информация коди...ся изменениями в синаптических связях между нейронами. Изменяя синап...ские связи, мозг может воспроизводить определенные паттерны. Во взрослом ...асте не наблюдается заметного увеличения числа новых синапсов, но эффек...ость синапсов может изменяться в зависимости от опыта. Имеются доказа...ства того, что синаптические связи меняются в течение изучения, при этом ...ичивается количество нейротрансмиттеров (Kandel & Schwartz, 1984) и чув...тельность рецепторов дендритов (Lynch & Baudry, 1984). Мы обсудим неко...е из этих исследований в главе 6, посвященной памяти.

...нформация представлена паттернами активации многих нейронов и соединениями между ...йронами, которые позволяют воспроизводить эти паттерны.

Организация мозга

...комившись с некоторыми основными принципами обработки информации ...ервном уровне, мы рассмотрим общее строение центральной нервной систе... которая состоит из головного мозга и спинного мозга. Главная функция спин... мозга состоит в передаче нервных сигналов от мозга к мышцам и сенсорных ...алов от тела к мозгу. На рис. 1.5 изображено поперечное сечение мозга и отме-

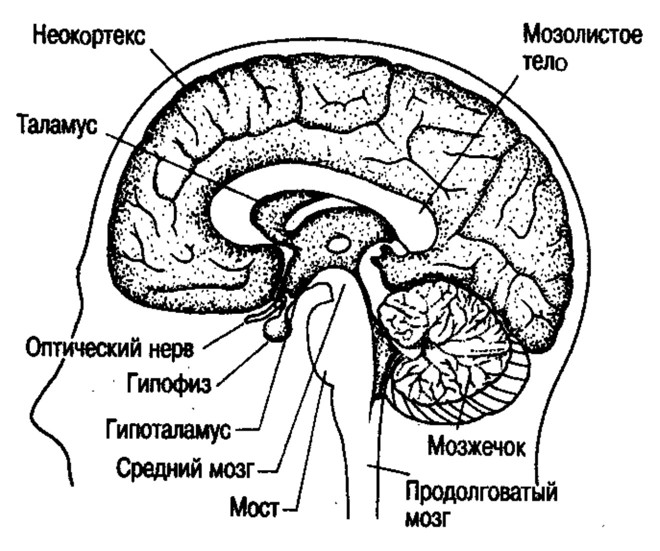


Рис. 1.5. На поперечном сечении мозга видны некоторые из его главных отделов (Keeton, 1980)

чены некоторые из основных структур. Отделы мозга, расположенные ниже, более примитивны в эволюцноином отношении. Высшие отделы мозга хорошо развиты только у видов, стоящих на более высокой ступеии эволюции.

Соответствеино, низшие отделы мозга ответственны за базовые функции. Продолговатый мозг управляет дыханием, глотанием, пищеварением и сердцебиением. Мозжечок играет важную роль в моторной координацин и произвольном движении. Таламус служит прежде всего «ретраисляцноииой станцией» для моторной и сенсорной информацин от более низких областей к коре головного мозга. Гипоталамус регулирует выражеиие основных потребностей.

Особенио важиой для памяти областью является лнмбическая система, которая находится на границе между корой головного мозга и более нпзкими структурами. Лимбическая система содержит структуру, называемую *гиппокамп*, который очень важеи для человеческой памяти. К сожалению, невозможно показать гиппокамп на поперечном сечении, подобиом изображеиному иа рис. 1.5, потому что эта структура расположена в правой и левой половинах мозга между поверхностью и центром.

Кора головного мозга, или неокортекс, — это иаиболее поздно возникший отдел мозга. Хотя у многих млекопитающих кора головиого мозга довольно мала и примитивна, у человека она составляет значительную часть мозга. У людей кору головного мозга можно рассматривать как довольио тонкий нервный слой с площадью поверхности приблизительио 2500 см². Чтобы поместиться в череп, этот нервный слой должен быть сильио изогнутым. Человеческий мозг сильно отличается по количеству извилин и борозд на коре от мозга других млекопитающих.

Неокортекс разделен на левое и правое полушария. Одна из любопытных особенностей анатомии состоит в том, что правая часть тела связаиа с левым полушарием, а левая часть тела — с правым. Таким образом, движеиия и ощущения в правой руке коитролируются левым полушарием. Правое ухо наиболее сильно связано с левым полушарием. Нервные рецепторы в каждом глазе, которые получают сигналы из левой части видимого мира, связаиы с правым полушарием.

Каждое полушарие может быть разделено на четыре доли: лобная, теменная, затылочная и височиая (см. рис. 1.6). Осиовные борозды на коре разделяют зоны коры. *Лобная доля* выполняет две главиые фуикции. Задняя часть лобной доли прежде всего выполняет двигательные функции. Передняя часть, называемая *префронтальной корой*, как полагают, участвует в процессах более высокого уровня, таких как планирование. В *затылочной доле* иаходятся первичные зрительные поля. *Теменная доля* отвечает за некоторые сенсориые функции, особенно связанные с обработкой пространствеиной информацни. В *височной доле* имеются первичные слуховые поля; она также участвует в распознаваиии объектов. Гиппокамп, который нельзя было увидеть иа рис. 1.5, не видеи и на этом рисунке: он находнтся внутри височной долн.

Бродман (Brodman, 1909), осиовываясь иа различиях в типах клеток отдельных участков мозга, идентифицировал 52 поля коры головного мозга человека. Многие из этих полей, как оказалось, имеют и фуикциональные различия. Ниже мы будем иметь возможиость рассмотреть иекоторые из этих полей.

Мозг разделен на множество областей, которые отвечают за разные функции.

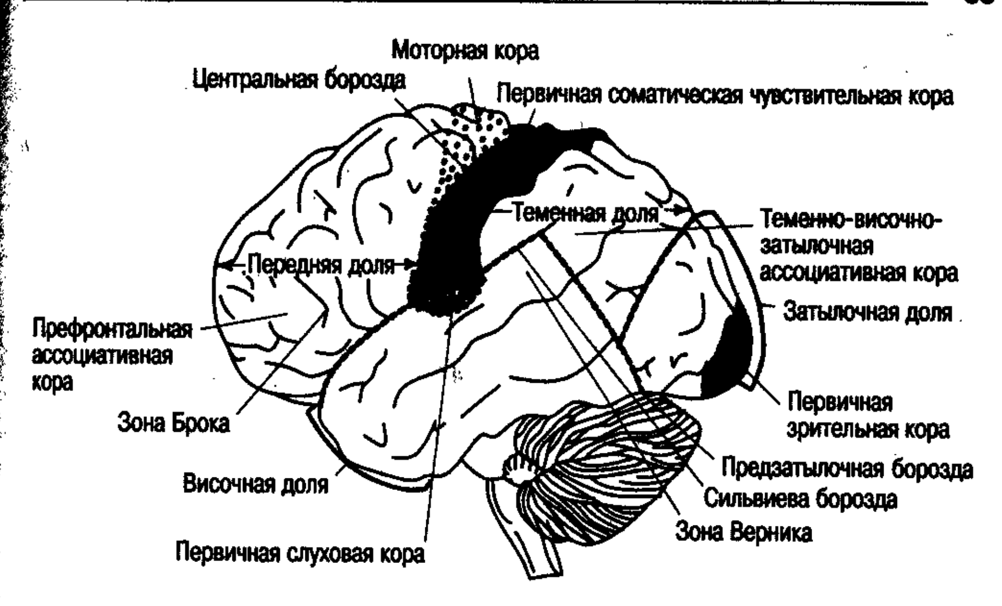


Рис. 1.6. Вид коры головного мозга сбоку с указанием главных отделов (Kandel & Schwartz, 1984. Воспроизведено с разрешения издателя. © 1984 *Elsevier Science Publishing Co., Inc.*)

Локализация функций

Теперь мы начинаем понимать, где в мозге локализованы когнитивные функции высокого уровня. По-видимому, полушария мозга до некоторой степени специализированы для различных типов обработки информации. Вообще, левое полушарие кажется более связанным с лингвистической и аналитической обработкой, в то время как правое полушарие больше связано с перцептивной и пространственной обработкой. Бо́льшая часть доказательств различия между полушариями получена при исследовании пациентов с «расщепленным мозгом». Левое и правое полушария связаны широкой полосой волокон, называемых *мозолистым телом*. У некоторых пациентов мозолистое тело было разъединено хирургическим путем, чтобы предотвратить эпилептические припадки. Таких пациентов называют *пациентами с расщепленным мозгом*. Операция обычно проходит успешно, и состояние пациентов, как кажется, довольно хорошее. Но в результате тщательного психологического исследования были обнаружены глубокие различия между такими пациентами и испытуемыми, которых не подвергали этой операции. В одном эксперименте слово «ключ» высвечивалось на левой стороне экрана, на которую смотрел пациент. Этот стимул должен был обрабатываться правым, не связанным с языком полушарием. Когда испытуемого спрашивали, что было представлено на экране, он не мог ответить, потому что отвечающее за язык полушарие не знало об этом. Но левая рука пациента (но не правая) была способна выбрать ключ из набора объектов, скрытых от глаз.

Изучая пациентов с расщепленным мозгом, психологи смогли определить отдельные функции правого и левого полушарий. Исследования показали, что левое полушарие лучше понимает язык. Например, пациентам могут предъявлять коман-

ды в правое ухо (и следовательно, в левое полушарие) или в левое ухо (и следовательно, в правое полушарие). Правое полушарие может понимать только самые простые языковые команды, тогда как левое полушарие понимает команды любой сложности. Совершенно иной результат был получен, когда способность правой руки (следовательно, левого полушария) выполнять ручные задачи сравнивалась с такой же способностью левой руки (следовательно, правого полушария). В этой ситуации правое полушарие явно выигрывает у левого.

Исследования пациентов другого типа, которые имели повреждение определенных областей мозга, указывают, что в коре левого полушария имеются области, называемые *зоной Брока* и *зоной Вернике* (см. рис. 1.6), которые, очевидно, крайне важны для речи, поскольку их повреждение приводит к *афазии*, т. е. серьезному ухудшению речи. Они не могут быть единственными областями коры, ответственными за речь, но они, безусловно, важны. Различные нарушения речи появляются в зависимости от того, находится ли повреждение в зоне Брока или в зоне Вернике. Люди с афазией Брока (т. е. с повреждением зоны Брока) говорят короткими, грамматически неправильными предложениями. Например, когда одного пациента спросили, ездит ли он домой на выходные, он ответил:

> Ну, да... Четверг, э-э-э, нет, э, пятница... Бар-ба-ра... Жена... И, о, автомобиль... ехать... шлагбаум... вы знаете... отдых и... телевизор (Gardner, 1975, p. 61).

Напротив, пациенты с афазией Вернике говорят довольно правильными предложениями, которые почти лишены смысла. Такие пациенты имеют проблемы со словарем и выдают «пустую» речь. Ниже приведен ответ, данный одним таким пациентом на вопрос: почему вы попали в больницу?

> Мальчик, я потею, я ужасно возбужден, понимаешь, время от времени меня хватают, я не могу вспомнить, месяц назад, совсем немного, я делал гораздо лучше. Я много кладу, в то время как, с другой стороны, вы знаете, что я имею в виду, я должен побегать, тщательно изучить это, и все такое (Gardner, 1975, p. 68).

Каждая область мозга отвечает за отдельную когнитивную функцию.

Топографическая организация

Во многих областях коры обработка информации организована пространственно, что называется *топографической организацией*. Например, в зрительной области в задней части коры смежные области представляют информацию от смежных областей поля зрения. На рис. 1.7 это проиллюстрировано примером (Tootell, Silverman, Switkes, & De Valois, 1982). Обезьянам показывали паттерн, представленный на части *а* рисунка. На части *б* показан паттерн активации, которая была зарегистрирована на затылочной коре с использованием метода впрыскивания радиоактивного материала, который отмечает местоположение наибольшей нервной активности. Мы видим, что предъявленная структура воспроизведена лишь с небольшим искажением. Сходный принцип или организация управляет представлением тела в моторной коре и соматосенсорной коре вдоль центральной борозды. Смежные части тела представлены рядом в нервной ткани. На рис. 1.8 показано, как представлено тело в соматосенсорной коре. Обратите внимание на то, что тело искажено и некоторые его части представлены значительно больше других.

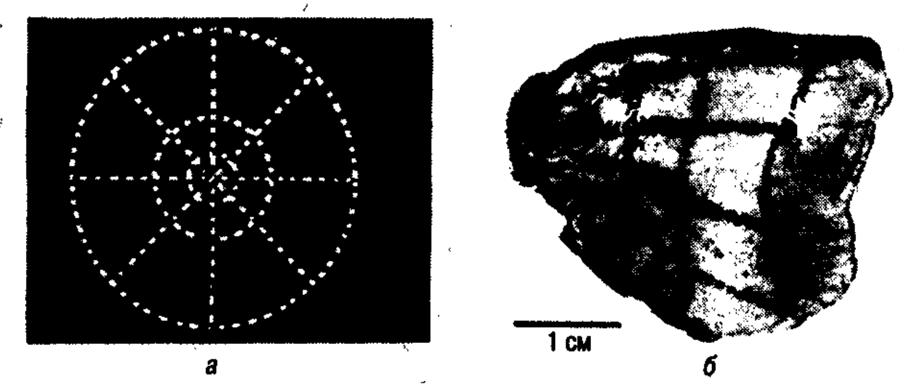


Рис. 1.7. Стимул, предъявленный обезьяне (*а*); паттерн активности мозга, вызванный визуальныы стимулом (*б*) (Tootell, Silverman, Switkes & De Valois, 1982. © 1982 *AAAS*)

Медиальная часть
Латеральная часть
Нога
Бедро
Туловище
Плечо
Голова
Шея
Локоть
Предплечье
Запястье
Ладонь
Рука
Мизинец
Безымянный палец
Средний палец
Указательный палец
Большой палец
Глаз
Нос
Лицо
Верхняя губа
Нижняя губа
Десны и челюсть, зубы
Язык
Глотка
Внутренние органы
Ступня
Пальцы
Гениталии

Рис. 1.8. Поперечное сечение соматосенсорной коры, на котором показана карта человеческого тела Kandel & Schwartz, 1984. Воспроизведено с разрешения издателя. © 1984 *Elsevier Science Publishing Co., Inc*)

Оказывается, что чрезмерно представленные области соответствуют тем, которые более чувствительны. Так, мы можем более тонко различать тактильные стимулы на руках и лице, чем на спине или бедре. В зрительной коре также чрезмерно представлена область в центре нашего поля зрения, где мы имеем самую большую остроту зрения.

Предполагается, что в основе топографических карт лежит то, что нейроны, обрабатывающие информацию из смежных областей, могут взаимодействовать друг с другом (Crick & Asanuma, 1986). Это может быть связано с аспектом нервной обработки информации, называемым грубым кодированием. Если записать нервную активность отдельного нейрона в соматосенсорной коре, можно увидеть, что он отвечает не тогда, когда раздражитель воздействует на отдельную точку тела, а когда воздействию раздражителя подвергается любая точка на большом участке тела. Тогда как же мы можем знать точно, в какой точке было прикосновение? Эта информация регистрируется довольно точно, но не в реакции какой-либо отдельной клетки. Скорее, разные клетки будут реагировать на различные перекрывающиеся области тела, и любая точка будет активировать различные клетки. Таким образом, местоположение точки определяется паттерном активации. Это подтверждает идею о том, что нервная информация обычно представлена в паттернах активации.

Смежные клетки коры головного мозга обычно обрабатывают информацию о сенсорных стимулах, которые пространственно близки друг к другу.

Методы когнитивной нейронауки

Как понять нервные основы познания? Многие из прошлых исследований в нейронауке были проведены на животных. Некоторые исследования включали в себя хирургическое удаление различных частей коры. Наблюдая нарушения, возникшие вследствие этих операций, можно установить функцию определенной области коры. В других исследованиях делали запись электрической активности отдельных нейронов или областей нейронов. Наблюдая, что активизирует эти нейроны, можно судить о том, что они делают. Но различие между когнитивным потенциалом людей и большинства других животных огромно. Возможно, за исключением таких приматов, как шимпанзе, трудно обнаружить у животных те виды когнитивных процессов, которые присутствуют у людей. Это было большим препятствием на пути к пониманию нервных основ человеческого познания.

До недавнего времени основой понимания роли мозга в человеческом познании было изучение популяций пациентов. Мы уже описали некоторые из этих исследований, например с пациентами с расщепленным мозгом или с пациентами, которые перенесли инсульт, вызвавший нарушения речи. Проводились исследования на пациентах, которые показали, что функции мозга разделены по полушариям и левое специализируется на обработке языка. Такая специализация полушарий не отмечается у других видов.

Не так давно были достигнуты большие успехи в нехирургических методах изучения деятельности мозга у нормальных испытуемых при выполнении ими различных когнитивных действий. Этот прогресс в отображении нервной активности является одним из самых важных достижений в когнитивной нейронауке.

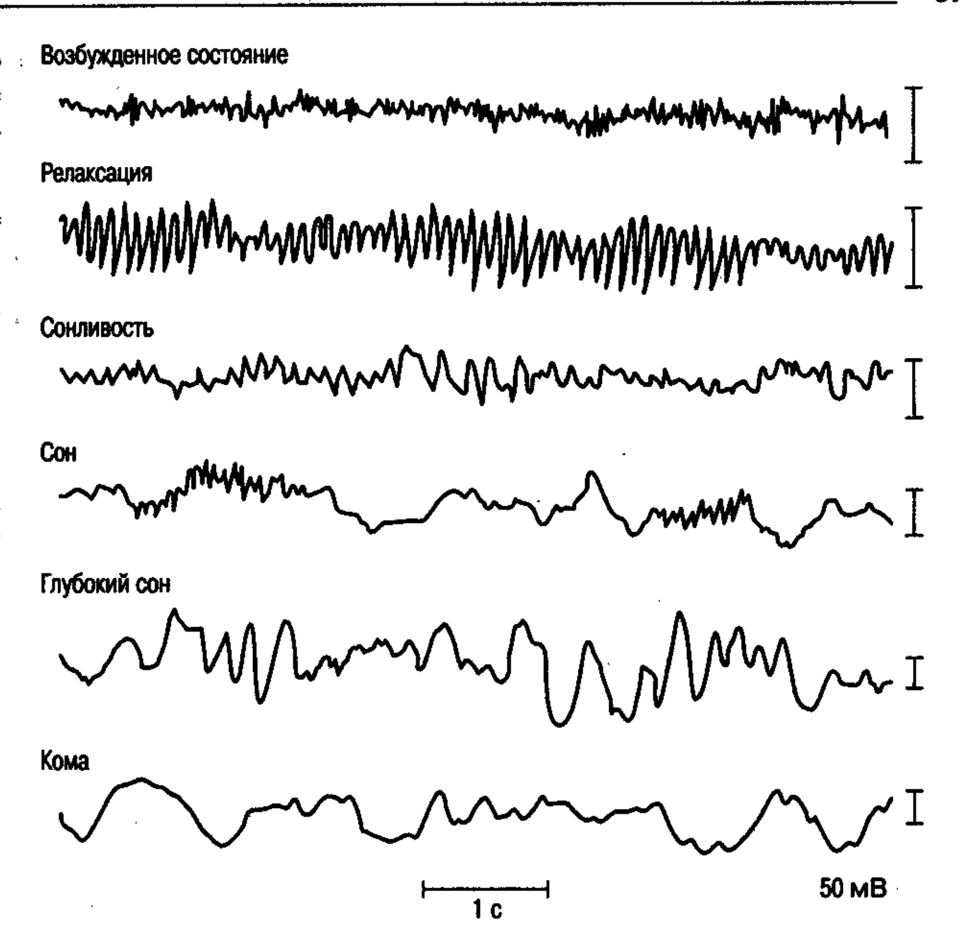


Рис. 1.9. Профили ЭЭГ, полученные при различных состояниях сознания (Kolb & Whishaw, 1986, по: Penfield & Jaspers, 1954)

Хотя эти методы и не такие точные, как регистрация активности отдельных нейронов (которая по этическим соображениям почти никогда ие может быть выполиена на людях), их точность значительно повысилась.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) предполагает регистрацию электрических потенциалов на коже головы. Когда большие популяции нейронов активны, это вызывает характерные паттерны электрического потеициала на коже головы. Обычно иа голову испытуемого надевается шапочка с многочисленными электродами. Электроды обнаруживают изменения ритма электрической активности и записывают их на электроэнцефалограмме. На рис. 1.9 показаны некоторые записи, типичные для различных когнитивных состояний. Когда ЭЭГ используется для изучения познавательных процессов, испытуемого просят отреагировать на некоторый стимул, и исследователи отмечают, как повлияла обработка этого стимула на общую активность мозга. Чтобы избежать влияний, ие связанных со стимулом, результаты многих испытаний усредняются, и то, что получается в итоге, характе-

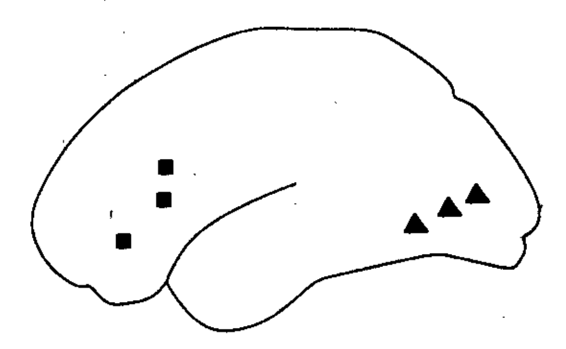


Рис. 1.10. Области в латеральной части коры, активные при зрительном восприятии слова. Треугольники относятся к пассивной задаче на зрительное восприятие, тогда как квадраты относятся к выполнению семантической задачи (Posner, Peterson, Fox, & Raichle, 1988. © 1988 AAAS)

ризует активность, вызванную стнмулом. Например, Кутас и Хилиард (Kutas & Hillyard, 1980a) обнаружили, что приблизительно через 400 мс после того, как испытуемые слышали в предложении неожиданное слово, отмечалась отрицательная волна большой амплитуды (более подробно это будет обсуждаться в главе 12, посвященной речи). Такие усредненные реакции на ЭЭГ, соответствующие отдельному стимулу, изазываются *потенциалами, связанными с событиями* (ССП). ССП хороши для временного аналнза, но с их помощью трудно определить локализацию в мозге нервной активности, которая вызывает электрическую активность на коже головы. Следующие два метода — *позитронная эмиссионная томография* (ПЭТ) и *функциональное отображение магнитного резонанса* (ФОМР) — относительно хороши для выяснения локализации нервной активности, но плохо отражают изменения иервной активности во времени.

Ни ПЭТ, ни ФОМР не нзмеряют нервную активность непосредственно. Они, скорее, измеряют уровень метаболизма или поток крови в различных областях мозга, поскольку более активные области мозга требуют усиления метаболизма. При проведении ПЭТ в кровь впрыскивают радиоактивные меченые атомы (обычная доза облучения прн исследовании с прнменением ПЭТ эквивалентна дозе, получаемой при двух рентгеновских снимках грудной клетки, и не считается опасной). Испытуемых помещают в ПЭТ-сканер, который может обнаружить изменения в концентрации радиоактивного элемента. Современные методы позволяют получать пространственное разрешение от 5 до 10 мм. Например, Познер, Петерсон, Фокс и Рэйчл (Posner, Peterson, Fox, & Raichle, 1988) использовали ПЭТ для локализации различных компонентов процесса чтения, наблюдая, какие области мозга участвуют в чтении слова. На рис. 1.10 приведены результаты их нсследования. Треугольники на коре указывают на области, которые были активны, когда испытуемые только пассивно смотрели на определенные существительные. Квадратами отмечены области, которые стали активными, когда испытуемые занимались семантической деятельностью, используя эти существительные. Треугольники расположены в затылочной доле, тогда как квадраты — в лобной доле. Таким образом, эти данные указывают, что процессы зрительного восприятия слова имеют место в иной части мозга, чем процессы обдумывания значения слова.

Метод ФОМР дает лучшее пространственное разрешенне, чем ПЭТ, к тому же он менее вреден. При использовании ФОМР применяется оборудование для проведения отображения магнитиого резонанса, которое теперь обычно используется в больницах, чтобы отобразить различные структуры, включая структуры мозга пациентов. С незначительными изменениями оно может использоваться, чтобы отобразить работу мозга. Метод не требует впрыскивания испытуемым радиоактивных меченых атомов, а использует тот факт, что в зонах большей нервной активиости имеется большее количество кислородосодержащего гемоглобина. Радиоволны проходят через мозг и заставляют железо в гемоглобине образовывать локальное магнитное поле, которое обнаруживается магнитными датчиками, окружающими голову. Магнитный сигнал более интенсивен в зонах большей актнвности. Метод иастолько прост в применении, что даже я участвовал в изучении когнитивных функций с помощью ФОМР. Этот эксперимент показывает, что в результате тренировки испытуемый запоминает проблемы и ему уже не нужио решать их, поскольку ои извлекает ответы из памяти. Изменение в паттернах активации мозга показывает это переключение. В последующих главах представлены другие исследования с использованием отображения, показывающие воздействие тренировки на работу мозга.

Исследование мозга методом отображения позволяет определить, какие структуры мозга наиболее активны при решении когнитивной задачи.

Коннекционизм

Из предшествующего раздела вы получили иекоторое представление о том, чего мы уже добились в поннмании нервных основ познания. Мы миого знаем о том, как работают осиовные нервные элементы; мы имеем довольно хорошее представление о том, как они могут взаимодействовать при процессах относительно низкого уровня, таких как зрение (что будет обсуждаться в следующей главе); и мы начинаем узнавать, как организованы более сложные когнитивные процессы и где в мозге они локализованы. Но в нашем знании имеются большие пробелы. Существует разительный коитраст между нашими знаниями о том, как мы восприиимаем лииию, и тем, как мы можем запомииать факты, касающиеся людей, и судить об их характере. В первом случае мы можем представить отностельио детальные нервные модели; во втором случае такнх моделей нет.

Традицноиио, в когнитивной психологии более сложные стороны человеческого познания обсуждались только в термииах абстрактных моделей обработки нформации, но предприиимались попытки разработать модели процессов более высокого уровия, основаиные на нашем понимании обработки иинформации на нервном уровие. Учитывая, что иаши знания о релеваитных фактах работы мозга все еще иедостаточны, эти попытки начинаются не с вопроса о том, как на самом деле осуществляется сложиая обработка информации в мозге, а с вопроса о том, как оиа могла бы осуществляться. Эти усилия основываются на иашем общем знании о том, как работают нейроны, и сводятся к вопросу: как могут путем совместной работы нейронов осуществляться функции более высокого уровня? Данный подход называется *коннекционизмом*, потому что в нем рассматриваются способы

соединения нервных элементов для объяснения познания более высокого уровня. Коннекционистские модели имели некоторый успех в объяснении различных аспектов человеческого познания, что мы обсудим в последующих главах. Здесь я хотел бы просто представить пример того, как создавались такие модели.

Джей Мак-Клелланд и Дэвид Румельхарт разработали один из существующих подходов, в рамках которого создаются коннекционистские модели. Они назвали свой подход *параллельной распределенной обработкой*, или ПРО. Параллельная распределенная обработка основывается на идее, что информация представлена паттернами активации нервных элементов. Чтобы понять познание в модели ПРО, необходимо понять, как нервные элементы одновременно взаимодействуют друг с другом. Мак-Клелланд, Румельхарт и Хинтон (McClelland, Rumelhart, & Hinton, 1986) описывают модель ПРО для следующей ситуации. Вообразите, что вы живете в неблагополучном месте, где хозяйничают две банды, называющиеся «Ракеты» и «Акулы», и встречаете людей, описанных в табл. 1.2. Мак-Клелланд с коллегами предложили подобную нервной модель того, как можно было представить

Таблица 1.2

Характеристики некоторых людей, принадлежащих к двум бандам — «Ракетам» и «Акулам»

Имя	Возраст	Образование	Семейное положение	Занятие
«Ракеты»				
Арт	40+	Неполное среднее	Холост	Торговец наркотиками
Эл	20+	Неполное среднее	Женат	Вор-взломщик
Сэм	20+	Высшее	Женат	Букмекер
Клайд	40+	Неполное среднее	Холост	Букмекер
Ральф	30+	Неполное среднее	Холост	Торговец наркотиками
Джим	20+	Среднее	Разведен	Вор-взломщик
Ланс	20+	Неполное среднее	Холост	Вор-взломщик
Джон	20+	Среднее	Женат	Вор-взломщик
Ду	30+	Неполное среднее	Холост	Торговец наркотиками
«Акулы»				
Фил	30+	Высшее	Женат	Торговец наркотиками
Айк	30+	Неполное среднее	Женат	Вор-взломщик
Ник	30+	Высшее	Холост	Букмекер
Дон	40+	Среднее	Холост	Торговец наркотиками
Нэд	30+	Среднее	Женат	Букмекер
Карл	50+	Среднее	Разведен	Торговец наркотиками
Кен	20+	Неполное среднее	Женат	Торговец наркотиками
Эрл	40+	Среднее	Женат	Вор-взломщик
Рик	30+	Среднее	Разведен	Вор-взломщик

(Источник: *Retrieving General and Specific Knowledge from Stored Knowledge of Specifics*, by J. L. Mc-Clelland, 1981. Proceedings of the Third Annual Conference of the Cognitive Science Society, Berkeley, CA.)

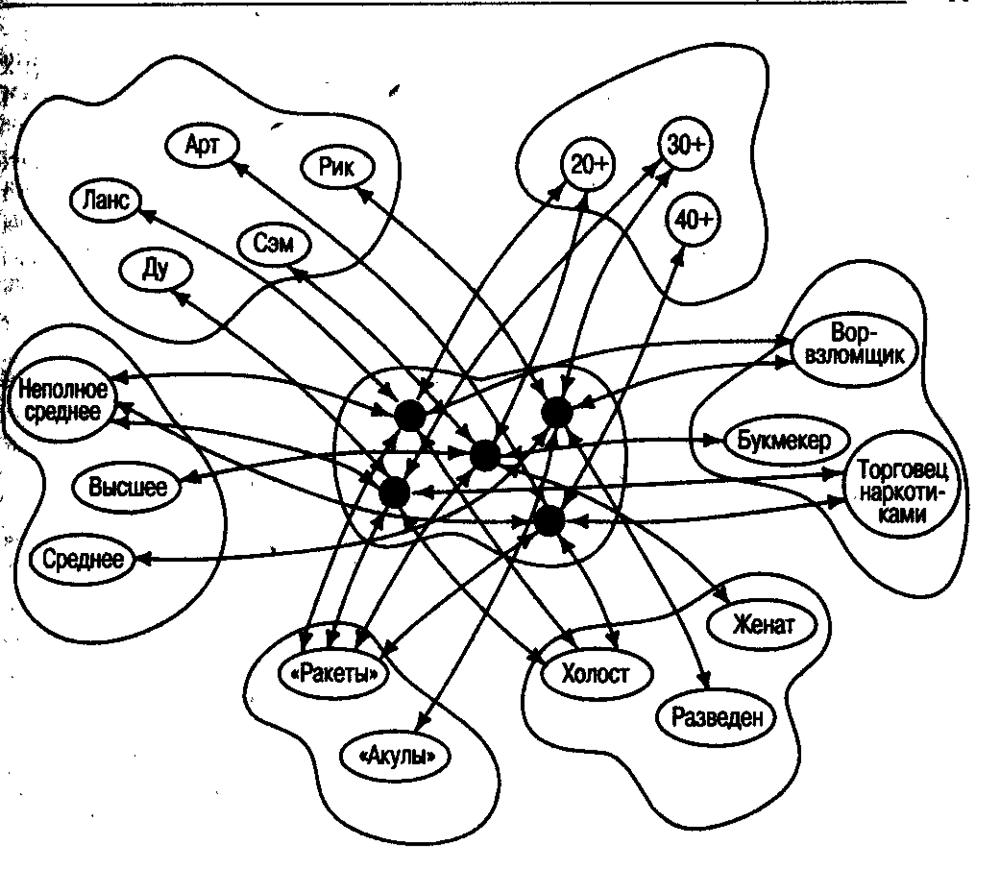


Рис. 1.11. Некоторые из единиц и соединений между ними, необходимых, чтобы представить людей, показанных в табл. 1.2. Единицы, связанные двунаправленными стрелками, оказывают взаимно возбуждающее воздействие. Все единицы в пределах одного «облака» оказывают взаимно тормозящее воздействие (*Retrieving General and Specific Knowledge from Stored Knowledge of Specifics by J. L. McClelland*, 1981. *Proceedings of the Third Annual Conference of the Cognitive Science Society. Berkeley, CA.* © 1981 *by J. L. McClelland.* Воспроизведено с разрешения)

такие знания и отвечать на вопросы о живущих рядом с вами людях. Они предполагают, что можно придумать сеть нервных элементов, чтобы представить этих людей, как показано на рис. 1.11 (который представляет лишь часть информации — Мак-Клелланд с коллегами на самом деле построили структуру, представленную в табл. 1.2). Можно рассматривать каждый элемент как нейрон, а связи между элементами — как связи между нейронами. Каждый элемент в центральном «облаке» представляет то, что они назвали отдельной единицей, которая обозначает одного из членов банды и связана возбуждающими связями с единицами, которые имеют общие с ней свойства. Хотя это не показано на рис. 1.11, в каждом облаке имеются такие тормозящие связи между единицами, что наиболее активная единица склонна подавлять активность остальных единиц. Таким образом, каждое облако обычно имеет единственную активную единицу.

Предположим, что кто-то хочет вспомнить информацию о Лансе. Обратите внимание, что имеется один элемент в центральном облаке, связанный с именем «Ланс», возрастом «20+», занятием «вор-взломщик», семейным положением «холост», принадлежностью к банде «Ракеты» и образованием «неполное среднее». Чтобы вспомнить информацию о Лансе в такой сети, следует начать с активации единицы, соответствующей имени «Ланс». Это в свою очередь активизировало бы отдельную единицу для имени «Ланс», которая затем будет активизировать другие свойства Ланса, таким образом создавая паттерн активации по нервной сети, соответствующей Лансу. В сущности, мы вспоминаем информацию о Лансе из нервной сети.

Можно отвечать на такие вопросы, как: «Кого вы знаете, кто принадлежит к "Акулам" и чей возраст находится между 20 и 30 годами?» Это можно сделать, активизируя единицы «Акулы» и «20+» и наблюдая последующий паттерн активации. Получается, что Кен (не показанный на рис. 1.11, но имеющийся в табл. 1.2) — единственный человек, который соответствует этому описанию, его единица имени была бы наиболее активна в сети и ее можно было бы вспомнить в качестве ответа.

Эта модель имеет некоторые особенности, которые позволяют считать, что в ней есть какой-то смысл. Например, предположим, что мы попытаемся с помощью этой модели ответить на вопрос, кем является человек — 20-летнего возраста, «Акула», женатый, букмекер. Просмотр табл. 1.2 покажет, что этому описанию не соответствует никто, но ближе всего к нему подходят Сэм, Кен и Нед. Эта система больше всего активизировала бы единицы Сэма, Кена и Неда и вспомнила бы одного из них в качестве ответа. Таким образом, можно выносить суждения о том, насколько описание подходит к человеку.

Такая система также может делать выводы, основанные на сходстве. Например, предположим, что мы не знаем профессию Ланса (предположим, что она не была представлена в сети). Если мы спрашиваем, какая профессия у Ланса, мы можем активизировать единицу «Ланс», которая будет в свою очередь активизировать известные нам свойства Ланса, например, что его возраст между 20 и 30 годами и что он принадлежит к «Ракетам» и у него неполное среднее образование. Эти свойства будут в свою очередь активизировать других людей, которые обладают этими свойствами, и активизируют их профессию. Окажется, что все «Ракеты» в возрасте от 20 до 30 лет с неполным средним образованием — воры-взломщики. Соответственно, эта сеть будет больше всего активизировать воров-взломщиков и делать разумный вывод, что это профессия Ланса, даже если это не было представлено в сети. Такая сеть также позволяет нам делать обобщения относительно категорий. Так, если мы спросим, что из себя представляют «Ракеты», станут активными пункты «холост», «20+» и «неполное среднее», потому что большинство «Ракет» обладают этими признаками. Таким образом, система способна самопроизвольно выносить суждения о характере различных групп.

Итак, Мак-Клелланд с коллегами предоставили нам демонстрацию того, как нервные механизмы могли бы акцентировать некоторые из тонких суждений на основе материала из памяти. Во многих случаях поведение, вызванное такими механизмами, также свидетельствует о том, как люди фактически выносят эти

суждения. Мы рассмотрим иекоторые из подобных ситуаций в последующих главах. Сейчас такие коннекционистские модели рассматриваются в когнитивной психологии как хороший способ преодолеть разрыв между мозгом и высшими познавательными процессами.

Коннекционистские модели обрабатывают информацию в форме подобных нейронам элементов, которые накапливают активацию и оказывают тормозящее и возбуждающее воздействие на другие единицы.

Замечания и рекомендуемая литература

В другой своей книге (Anderson, 2000) я более детально рассматриваю некоторые вопросы, разделяющие когнитивистский и бихевиористский подходы. Книга Боринга (Boring, 1950) является классическим обзором предыстории психологии. Книга Бодеиа (Boden, 1996) посвящена искусственному иителлекту. О'Ниллэйи, Мак-Кевитт и Мак-Огеи (O'Nuallain, McKevitt, & MacAogain, 1997) обсуждают проблему сознаиия и когнитивной иауки. Кендел, Шварц и Джессел (Kandel, Schwartz, & Jessell, 1991) предлагают полный обзор нервиой системы и нервных осиов научеиия и поведения. В двухтомнике Мак-Клелланда и Румельхарта (McClelland & Rumelhart, 1986; Rumelhart & McClelland, 1986b) дан хороший анализ коннекционизма. Примеры ииых коннекциоиистских моделей, чем ПРО, можио найти в киигах Шнайдера и Оливера (Schneider & Oliver, 1991) и Гроссберга (Grossberg, 1987). Книги Банича (Banich, 1997) и Гацаниги, Иври и Мэнгана (Gazza- niga, Ivry, & Mangun, 1998) посвящеиы когнитивной иейроиауке. Познер и Рейчл (Posner & Raichle, 1994) написали книгу, подводящую итоги исследований, основаииых на методах ПЭТ, ССП и изучении патологии.

Существует очень миого журналов, содержащих исследоваиия, относящиеся к когнитивной психологии, но особенно важны в этом отношении следующие: *Cognition; Cognitive Neuroscience; Cognitive Psychology; Cognitive Science; Journal of Experimental Psychology: General; Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition; Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance; Journal of Memory and Cognition; Quarterly Journal of Experimental Psychology*. В журнале *Psychological Review* публикуются теоретические статьи по всем областям психологии.

ГЛАВА 2

Восприятие

Наше тело буквально изобилует датчиками для обнаружения образов, звуков, запахов и физического контакта. Миллиарды нейронов обрабатывают сенсорную информацию и доставляют то, что они обнаруживают, к высшим центрам в мозге. Эта огромная система обработки информации создает проблему для познания более высокого уровня, которое должно решить, на что обращать внимание из всей обрабатываемой сенсорной информации. Эта проблема будет темой следующей главы, посвященной вниманию, а текущая глава фокусируется на том, как эти сенсорные системы ндентифицируют то, что находится во внешнем мире. Мы сосредоточимся на зрительном восприятии и, в меньшей степени, речи — на двух иаиболее важных для человека перцептивных системах.

Восприятие предполагает больше, чем просто регистрацию информации, которая достигает нашних глаз и ушей. Главная проблема связана с интерпретацией этой информации. Интересная демонстрация этого факта касается солдата, который страдал повреждеиием мозга из-за случайного отравления угариым газом. Он мог узнавать объекты по ощущению от прикосновеиия к ним, их запаху или звуку, но был иеспособен отличить изображение круга от квадрата или узнавать лица или буквы (Benson & Greenberg, 1969). С другой стороны, он был способен различать интеисивность света и цвет и определять, в каком иаправлении движется объект. Таким образом, его сенсорная система была способиа регистрировать зри-

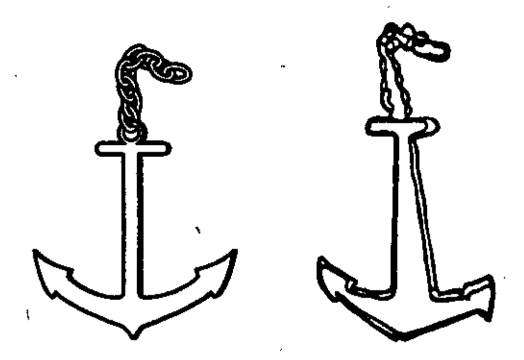


Рис. 2.1. Пациент был способен скопировать этот якорь, но неспособен распознать его (Ellis & Young, 1988. Воспроизведено с разрешения *Quarterly Journal of Experimental Psychology*)

тельную информацию, но некоторым образом повреждение мозга привело к потере способности объединять зрительную информацию в перцептивный опыт. Этот случай показывает, что восприятие — это намного больше, чем просто регистрация сенсорной информации.

Этот пациент страдал от того, что называется *зрительной агнозией*, или неспособностью распознавать визуальные объекты, которая не является ни функцией общего нарушения интеллекта, ни следствием утраты основных сенсорных способностей. Вообще, зрительные агнозии делятся на апперцептивные агнозии и ассоциативные агнозии (Farah, 1990). Пациент Бенсона и Гринберга, описанный выше, очевидно, страдал апперцептивной агнозией. Такие пациенты неспособны узнать простые формы типа кругов или треугольников или рисовать формы, которые им показывают. Напротив, пациенты с ассоциативной агнозией способны опознавать простые формы и могут успешно копировать изображения даже сложных фигур. Однако они неспособны опознать такие объекты. На рис. 2.1 показано оригинальное изображение якоря и его копия, сделанная пациентом, которого изучали Ратклиф и Ньюкомб (Ratcliff & Newcombe, 1982). Несмотря на способность сделать относительно точный рисунок, пациент не мог опознать изображенный предмет как якорь (он назвал его зонтиком). Обычно считается, что пациенты с апперцептивной агнозией имеют проблемы с относительно ранней обработкой информации в зрительной системе, тогда как у пациентов с ассоциативной агнозией ранняя обработка информации не повреждена, но они испытывают проблемы с распознаванием паттерна, которые имеют место на поздних стадиях обработки информации.



Рис. 2.2. Картина, на которой мы сначала воспринимаем лишь зрительные детали низкого уровня (капли), а затем паттерн собаки (Ronald James)

Рисунок 2.2 дает возможность человеку с нормальным восприятием оценить различие между ранней и поздней стадиями процесса зрительного восприятия. Если вы не видели это изображение прежде, оно произведет на вас впечатление просто капель чернил. Вы смогли бы судить о размере различных капель и воспроизводить эти капли, так же как это мог бы делать пациент, которого изучали Ратклиф и Ньюкомб, но вы не увидите никаких паттернов. Но если вы продолжите смотреть на нее, то сможете увидеть собаку в центре картины. Теперь вы смогли воспринять паттерн и сделали интерпретацию того, что вы увидели. Эта глава начинается с обсуждения того, как обрабатывается зрительная информация перед распознаванием паттерна. Затем мы обсудим процессы распознавания паттерна.

Зрительное восприятие может быть разделено на раннюю стадию, на которой из видимой картины извлекаются формы и объекты, и более позднюю стадию, на которой опознаются эти формы и объекты.

Обработка зрительной информации

Ранняя обработка зрительной информации

О нервных основах ранней обработки зрительной информации известно довольно много. На рис. 2.3 схематически изображен глаз. Свет проходит через хрусталик и стекловидное тело и падает на сетчатку в задней части глаза. Сетчатка содержит светочувствительные клетки, которые реагируют на свет. Свет слегка рассеивается при прохождении через стекловидное тело, так что изображение, падающее на сетчатку, не вполне четкое. Одна из функций ранней обработки зрительной информации состоит в том, чтобы сделать это изображение более четким.

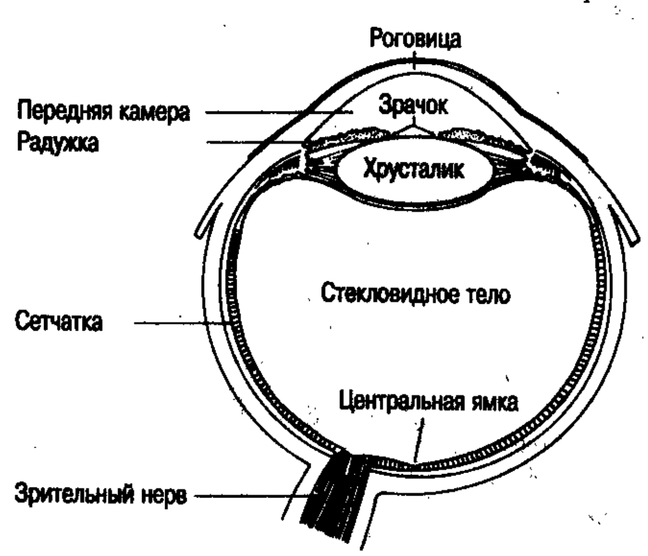


Рис. 2.3. Схематическое изображение глаза. Свет проникает через роговицу, проходит через переднюю камеру, зрачок, хрусталик и стекловидное тело, чтобы попасть на сетчатку, которая реагирует на свет (Lindsay & Norman, 1977)

Свет преобразуется в нервную энергию в результате фотохимического процесса. В глазе имеются два особых типа фоторецепторов — палочки и колбочки. Колбочки участвуют в цветном зрении и отличаются высоким разрешением и остротой. Чтобы вызвать реакцию в палочках, требуется меньшее количество энергии света, но их разрешение хуже. Как следствие этого, они преимущественно ответственны за менее острое, черно-белое зрение, которым мы пользуемся ночью. Колбочки особенно сконцентрированы в маленькой области сетчатки, называемой *центральной ямкой* (*fovea*). Когда мы фиксируем взгляд на объекте, мы перемещаем наши глаза так, чтобы изображение объекта попадало на ямку. Это позволяет нам максимально использовать высокое разрешение колбочек при восприятии объекта. Фовеальное зрение связано с обнаружением тонких деталей, в то время как остальная зрительная область, периферия, ответственна за обнаружение более общей информации, включая движение.

Рецепторные клетки соединяются синапсами с биполярными клетками, а те с ганглиозными клетками, чьи аксоны выходят из глаза и формируют оптический нерв, который идет к мозгу. В целом оптический нерв образуют приблизительно 800 000 ганглиозных клеток от каждого глаза. Каждая ганглиозная клетка кодирует информацию от маленькой области сетчатки. Количество нервных разрядов в аксонах ганглиозных клеток обычно кодирует интенсивность светового раздражителя в данной области сетчатки.

На рис. 2.4 показаны нервные пути от глаза к мозгу. Оптические нервы от обоих глаз встречаются в оптической хиазме, и нервы от носовой стороны сетчатки скрещиваются и идут к другой стороне мозга, в то время как нервы от внешней стороны сетчатки идут дальше к той стороне мозга, в которой находится глаз. Это означает, что правые половины обоих глаз связаны с правым полушарием голов-

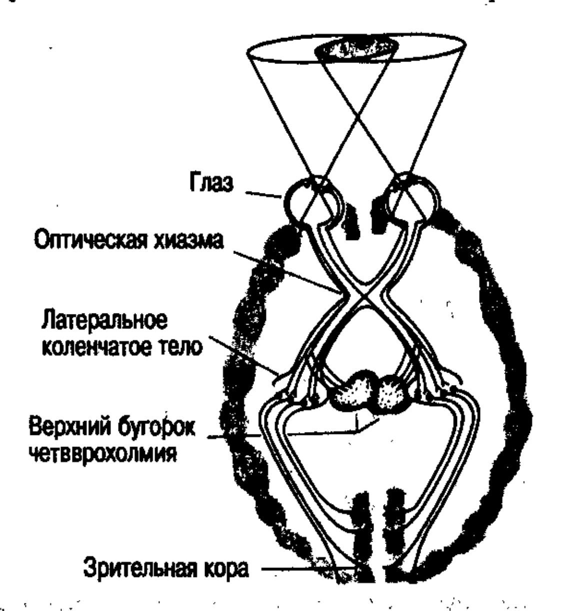


Рис. 2.4. Нервные пути от глаза к мозгу (Keeton, 1980)

ного мозга. Как показано на рис. 2.4, хрусталик фокусирует свет так, чтобы левая сторона поля зрения падала на правую половину каждого глаза. Таким образом, информация о левой части поля зрения попадает в правое полушарие; точно так же информация о правой части поля зрения попадает в левое полушарие. Это лишь один пример общей закономерности, обсуждавшейся в предыдущей главе, согласно которой левое полушарие обрабатывает информацию о правой части мира, а правое полушарие — о левой.

Оказавшись внутри мозга, волокна от ганглиозных клеток соединяются синапсами с клетками в различных подкорковых структурах. Две из этих структур — латеральное коленчатое тело и верхний бугорок четверохолмия — показаны на рис. 2.4. Обе эти области находятся под корой мозга. Считается, что латеральное коленчатое тело — часть нервного пути, которая важна для восприятия деталей и распознавания объектов, в то время как верхний бугорок участвует в определении местоположения объектов в пространстве. Это называют распознаванием «что—где». Обе нервные структуры связаны с первичной зрительной корой (поле Бродмана под номером 17) — первой областью коры, куда поступает зрительная информация; однако имеется много других зрительных областей, включая соседние поля под номерами 18 и 19. Существуют похожие «что—где» части коры; некоторые области височной доли отвечают за распознавание объекта, а отдельные области теменной доли отвечают за определение местоположения объекта.

Энергия света в результате фотохимического процесса преобразуется в нервную активность. Эта информация передается по различным нервным путям к зрительной коре.

Кодирование информации в зрительных клетках

Исследование Куффлера (Kuffler, 1953) показало, как информация кодируется ганглиозными клетками. Эти клетки обычно генерируют разряды с определенной самопроизвольной частотой, даже когда на глаза не воздействует свет. Для некоторых ганглиозных клеток, если свет попадает на маленькую область сетчатки, будет отмечаться увеличение частоты генерации разрядов. Но если свет падает на область вокруг этого чувствительного центра, самопроизвольная частота генерации разрядов снижается. Свет, падающий в отдалении от центра, вообще не вызывает никакой реакции. Эти клетки известны как релейные. Существуют также релейные ганглиозные клетки, у которых самопроизвольная частота разрядов снижается, когда свет попадает в центр, и увеличивается, когда свет падает в окружа-



Рис. 2.5. Релейные («включено–выключено» и «выключено–включено») рецептивные поля ганглиозных клеток и клетки в латеральном коленчатом теле

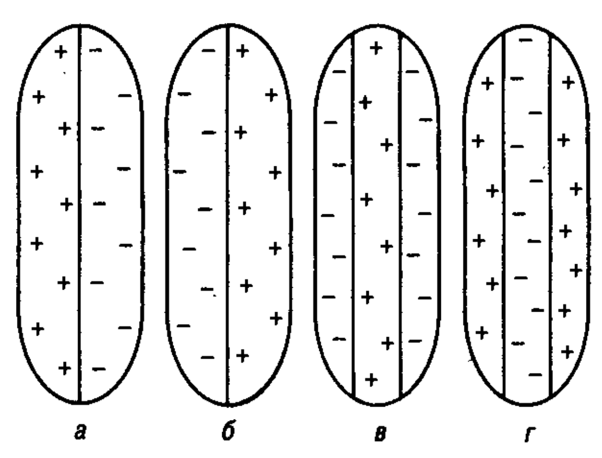


Рис. 2.6. Паттерны реагирования клеток коры

ющую их область. Рисунок 2.5 иллюстрирует воспринмчивые области этих клеток. Подобным же образом реагируют клетки в латеральном коленчатом теле.

Хьюбел и Визел (Hubel & Wiesel, 1962) в их нсследованни первнчной зрительной коры у кошек обнаружили, что клетки зрительной коры реагировали более сложным образом, чем клетки более низкого уровня. На рис. 2.6 изображены четыре из паттернов, которые наблюдались в корковых клетках. Как можно заметить, все эти рецептнвные поля имеют удлиненную форму, в отличие от релейных клеток. Типы, показанные в частях *а* и *б*, — *детекторы края*. Они положительно реагируют на свет с одной стороны линии и негативно — с другой стороны. Они будут реагировать максимально, если имеется край света, выровненный так, что он падает в пограничную точку. Типы, показанные в частях *в* и *г*, — *детекторы полос*. Они положительно реагируют на свет в центре н негатнвно — на периферии, или наоборот. Таким образом, полоса с положительным центром будет реагировать максимально, если имеется полоса света, покрывающая лишь центр.

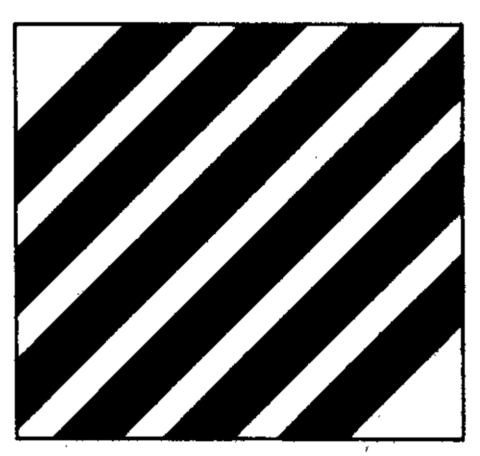


Рис. 2.7. Паттерн, который возбуждает детекторы определенной ширины и ориентации

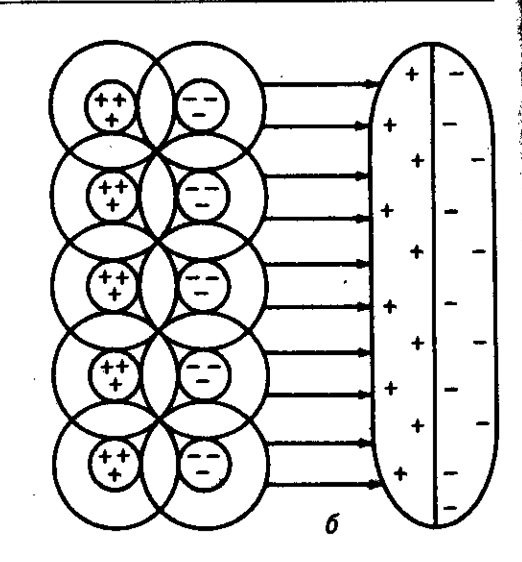


Рис. 2.8. Гипотетические комбинации релейных клеток, формирующие детекторы полос (*а*) и детекторы края (*б*)

И детекторы края, и детекторы полос специфичны относительно положения, ориентации и ширины. То есть они реагируют только на стимуляцию маленькой области поля зрения, на полосы и края определенной ориентации и на полосы и края определенной ширины. Так, полосатый паттерн, подобный изображенному на рис. 2.7, будет возбуждать специфический детектор полос, пока полосы имеют ориентацию и ширину, соответствующую этому детектору. Но различные детекторы, по-видимому, настроены на разную ширину и ориентацию, и поэтому любой такой паттерн оказывал бы максимальное стимулирующее воздействие на определенный набор детекторов полос.

Рисунок 2.8 иллюстрирует, как могут объединяться несколько релейных клеток, чтобы образовывать детекторы края или полос. Обратите внимание, что отдельной релейной клетки недостаточно, чтобы стимулировать детектор. Скорее, детектор реагирует на паттерны релейных клеток, и поэтому даже на этом низком уровне мы видим, что нервная система обрабатывает информацию в терминах паттернов нервной активации, о чем говорилось в предыдущей главе.

На рис. 2.9 показано представление клеток в первичной зрительной коре в виде гиперколонн, данное Хьюбелом и Визелом (Hubel & Wiesel, 1977). Они обнаружили, что зрительная кора разделена на области размером 2×2 мм, которые они назвали гиперколоннами. Каждая гиперколонна представляет определенную область перцептивного поля. Как мы отметили в главе 1, зрительная кора имеет топографическую организацию, и поэтому смежные области поля зрения представлены в смежных гиперколоннах. На рис. 2.9 показано, что каждая гиперколонна сама имеет двухмерную организацию. В одном измерении имеются чередующиеся ряды, получающие информацию от левого и правого глаз. В другом измерении клетки различаются по ориентации, к которой они наиболее чувствительны. Смежные области представляют подобную ориентацию. Удивительно, как много информа-

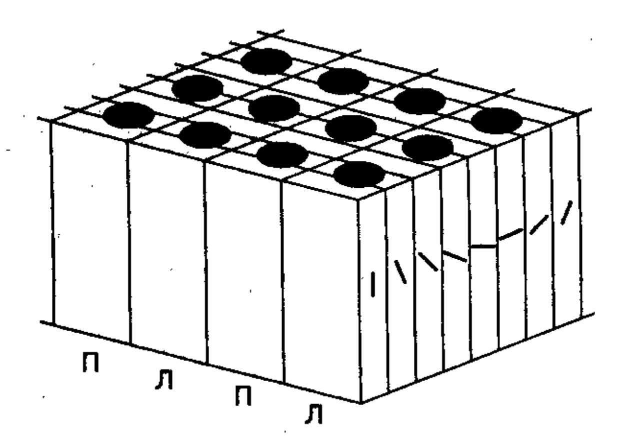


Рис. 2.9. Изображение гиперколонны в зрительной коре — организована в одном измерении в соответствии с ориентацией линии и в другом измерении в соответствии с глазом (Horton, 1984)

ции кодируется в зрительном анализаторе. Мы имеем сотни областей пространства, отдельно представленных для каждого глаза, и в пределах этих областей представлены много различных ориентаций. Кроме того, и это не отражено на рисунке, для кодирования каждого размера и ширины линии имеются определенные клетки. Таким образом, к моменту, когда зрительный сигнал достигает коры, из него уже извлечено огромное количество информации.

В дополнение к этой богатой репрезентации ориентации линии, зрительная система извлекает и другую информацию из зрительного сигнала. Например, мы можем также чувствовать цвет объектов и их движение. Ливингстон и Хьюбел (Livingstone & Hubel, 1988) предположили, что все эти различные измерения (форма, цвет и движение) обрабатываются зрительной системой отдельно. Имеется много различных зрительных путей и различных областей коры, связанных со зрительной обработкой, — 32, по мнению Эссена и Дейо (Essen & DeYoe, 1996). В различных путях есть клетки, дифференциально чувствительные к цвету, движению и ориентации. Очевидно, зрительная система анализирует стимул по многим независимым особенностям и имеет локализацию этих особенностей. Такие пространственные репрезентации особенностей называются *картами особенностей* (Wolfe, 1994). Так, если вертикальная красная полоса перемещается в определенное место, имеются отдельные карты особенностей, репрезентирующие, что нечто красное и вертикальное перемещается в данное местоположение, и эти карты могут находиться в различных зрительных областях мозга.

Ганглиозные клетки кодируют поле зрения в единицах релейных клеток, которые, объединенные в результате высшей зрительной обработки, формируют различные особенности.

Восприятие глубины и поверхностей

Даже после того, как зрительная система идентифицировала края и полосы в окружающей среде, должно быть обработано еще много информации, прежде чем зрительная система будет способна воспринимать мир. Одна из проблем, которую она должна решить, состоит в определении того, где эти края и полосы находятся

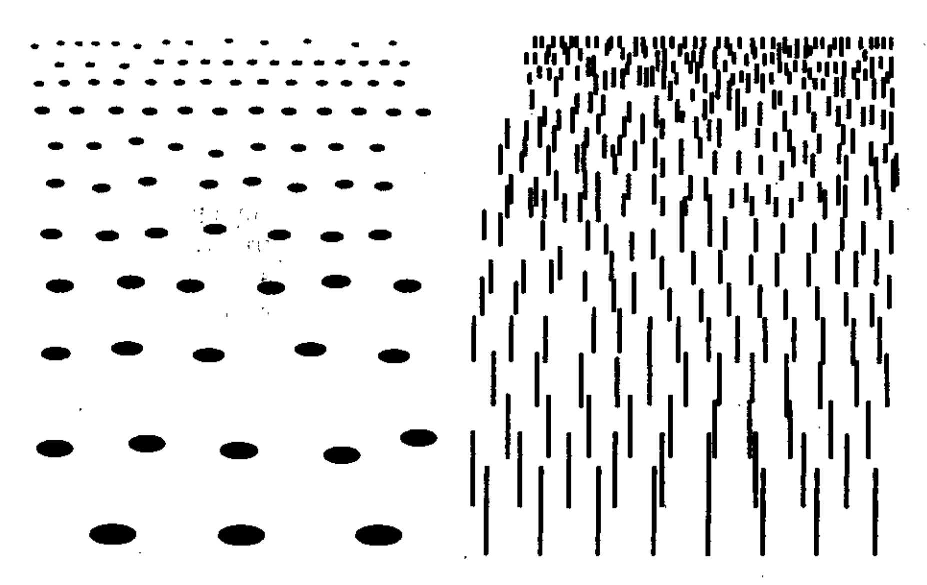


Рис. 2.10. Примеры градиента текстуры (Gibson, 1950)

в пространстве. Фундаментальная проблема состоит в том, что информация, размещенная на сетчатке, изначально двухмерна, в то время как мы должны строить трехмерную репрезентацию мира. Имеется несколько признаков того, что зрительная система обрабатывает информацию, чтобы определить расстояние. Один из них — градиент текстуры. Элементы обычно кажутся более близкими друг к другу по мере того, как увеличивается расстояние от наблюдателя. Рассмотрим классические примеры Гибсона (Gibson, 1950) на рис. 2.10. Даже при том, что это плоская поверхность, изменение в текстуре создает впечатление расстояния. Другой признак глубины — стереопсис, который выражается в том факте, что два глаза получают слегка различные изображения мира. Трехмерные очки, которые используют в некоторых кинотеатрах и при других демонстрациях, зависят от этого факта. Они фильтруют свет, приходящий от отдельного двухмерного источника (такого, как экран в кинотеатре) так, что на разные глаза приходит различная информация. Восприятие трехмерной структуры в результате стереопсиса может весьма впечатлять.

Третий убедительный источник информации о трехмерной структуре основан на том, что называется двигательным параллаксом. Изображение отдаленных точек движется по сетчатке медленнее, чем более близких. Точно так же, когда человек поворачивает голову, изображение объектов, которые более отдалены, будет двигаться по сетчатке медленнее, чем близких. Интересно продемонстрировать это, посмотрев на листья какого-нибудь дерева или кустарника, закрыв один глаз. Без стереоскопической информации возникнет ощущение очень плоского изображения, в котором трудно увидеть положение многих листьев относительно друг друга. Если переместить голову, то внезапно трехмерная структура дерева становится вполне очевидной и нетрудно оценить положение листьев и ветвей относительно друг друга.

Хотя легко показать важность для восприятия глубины признаков, подобных градиенту текстуры, стереопсису и двигательиому параллаксу, все же довольно трудно понять, как мозг на самом деле обрабатывает такую информацию, чтобы были возможны эти убедительные демоистрации. Некоторые исследователи в области машииного зрения работали над проблемой того, как это действительно делается. Например, Дэвид Марр (Marr, 1982) сделал важное предположение, что эти различиые источиики ииформации работают вместе, чтобы создать то, что он назвал *эскизом 2½-D*, который идентифицирует, где находятся различиые зрительиые особеиности относительно наблюдателя. Но он понял, что это представление сильно отличается от фактического восприятия мира. В частности, такая репрезентация представляет лишь части поверхностей и не позволяет определить, как оии сочетаются, чтобы выделять объекты из окружающей среды (проблема, с которой мы столкиулись, рассматривая рис. 2.2). Ои использовал термии *модель 3-D*, чтобы обозиачить репрезентацию объектов в этой сфере.

Такие признаки, как градиент текстуры, стереопсис и двигательный параллакс, сочетаются для создания репрезентации местоположения поверхностей в трехмерном пространстве.

Восприятие объектов

Главная проблема в вычислеиии такой репрезентации мира — сегмеитация объекта. Знания того, где лииии и полосы расположены в пространстве, иедостаточно. Мы должны зиать, которые из них сочетаются друг с другом, чтобы образовывать

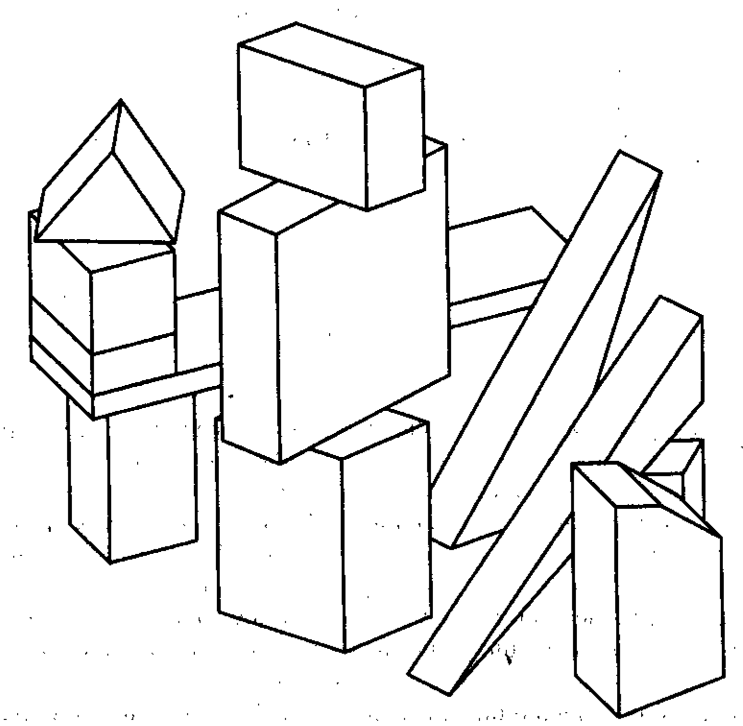


Рис. 2.11. Пример восприятия многих ломаных линий как цельных объектов (Winston, 1970)

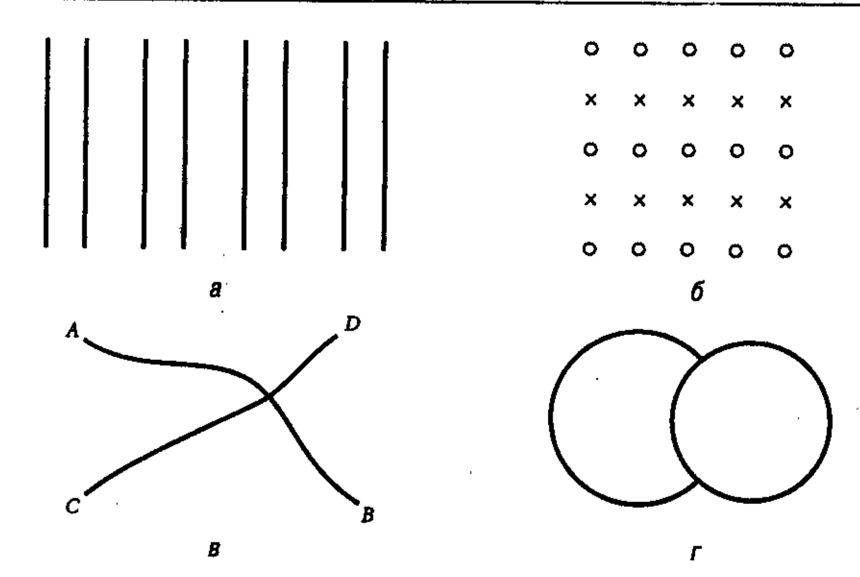


Рис. 2.12. Иллюстрации принципов организации гештальта: *а* — принцип близости, *б* — принцип сходства, *в* — принцип хорошего продолжения, *г* — принцип замыкания

объекты. Рассмотрите изображение на рис. 2.11. Имеется много линий, расположенных под разным углом, но некоторым образом мы соединяем их вместе, в результате чего воспринимаем набор объектов.

Мы склонны организовывать объекты в элементы согласно набору принципов, называемых *принципами организации гештальта*, поскольку первыми их предложили гештальт-психологи (Wertheimer, 1912). Рассмотрите рис. 2.12. В части *а* мы воспринимаем четыре пары линий, а не восемь отдельных линий. Этот рисунок иллюстрирует принцип близости: близкие друг к другу элементы имеют тенденцию объединяться в единое целое. Часть *б* иллюстрирует принцип сходства. Мы склонны видеть этот набор элементов как ряды из ноликов, чередующиеся с рядами из крестиков. Сходные по виду объекты имеет тенденцию группироваться вместе. Часть *в* иллюстрирует принцип хорошего продолжения. Мы воспринимаем две линии *AB* и *CD*, хотя нам ничто не мешает воспринимать этот рисунок как другую пару линий — *AD* и *CB*. Но линия *AB* показывает лучшее продолжение, чем линия *AD*, которая имеет излом. Часть *г* иллюстрирует принципы замыкания и хорошей формы. Мы видим на этом рисунке один круг, закрытый другим, хотя закрытый объект мог бы иметь много других возможных форм.

Согласно этим принципам обычно организовываются в единицы даже совершенно новые стимулы. Палмер (Palmer, 1977) изучал распознавание испытуемыми фигур типа изображенных на рис. 2.13. Сначала он предъявлял испытуемым стимулы, такие как показанный в части *а*, и затем просил, чтобы они решили, были ли фрагменты от *б* до *д* частью первоначальной фигуры. Стимул в части *а* имеет тенденцию организовываться в треугольник (замыкание) и согнутую букву *n* (хорошее продолжение). Палмер обнаружил, что испытуемые могли опознавать части наиболее быстро, когда это были сегменты, предсказанные принципами ге-

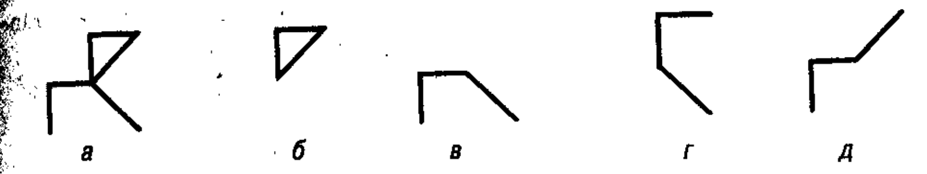


Рис. 2.13. Примеры стимулов, использованных Палмером (Palmer, 1977) для изучения сегментации новых фигур: *а* — первоначальный стимул, который видели испытуемые; *б–д* — части стимула, предъявленного для распознавания. Стимулы (*б*) и (*в*) представляют собой хорошие части; стимулы (*г*) и (*д*) представляют собой плохие части

штальта. Так, стимулы в частях *б* и *в* были распознаны более быстро, чем стимулы в частях *г* и *д*. Таким образом, мы видим, что распознавание критически зависит от начальной сегмеитации фигуры. Распознавание может быть ухудшено, когда эта основанная на принципах гештальта сегмеитация противоречит фактической структуре паттерна. НаПрИмЕрЭтОпРеДлОжЕнИеТрУдНоЧиТаТь. Причины трудности состоят в том, что, согласно принципу сходства, трудно воспринимать чередующиеся прописные и строчные буквы и что, удалив пробелы между словами, мы устраиили признаки, позволяющие действовать принципу близости.

Эти идеи относительно сегментации могут быть распространеиы на описание сегментирования более сложных трехмерных структур. На рис. 2.14 проиллюстрирован предложеиный Хоффманом и Ричардсом (Hoffman & Richards, 1985) способ использования принципов, сходных с принципами гештальта, для сегментирования схематической репрезентации объекта на меиьшие объекты. Они заметили, что там, где один сегмент присоедиияется к другому, обычно имеется вогнутость. По существу, люди используют принцип хорошего продолжения: линии в точках вогнутости не являются хорошим продолжением друг друга и поэтому не группируют эти части вместе.

Мы обсудили обработку зрительной информации до момента, когда положение и форма объектов определены в трехмерном пространстве. Современный взгляд на эту проблему состоит в том, что обработка зрительной информации, которая лежит в основе этой способности, в значительной степени носит врожденный характер. Младенцы, по-видимому, способны к распознаванию объектов и их фор-

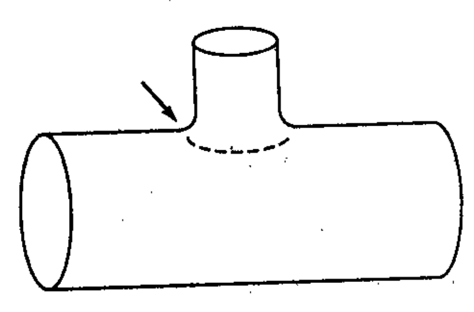


Рис. 2.14. Сегментация объекта на меньшие объекты: граница части может быть выделена контуром, который соответствует точкам максимальной вогнутости (Stillings et al., 1987; на основе данных Hoffman & Richards, 1985)

мы и к оценке местоположения этих объектов в трехмерном пространстве (Granrud, 1986, 1987).

Принципы организации гештальта используются, чтобы сегментировать изображения на объекты.

Распознавание зрительных паттернов

Наше обсуждение обработки зрительной информации дошло до вопроса об организации видимого мира в объекты. Но от видения мира нас все еще отделяет одна важная ступень. Мы должны идентифицировать эти объекты. Это — задача распознавания паттерна. Многие из исследований по этой теме сосредоточились на вопросе о том, как мы опознаем буквы. Например, как мы опознаем репрезентацию буквы *А* как пример паттерна *А*? Сначала мы обсудим распознавание паттерна, а затем будем двигаться к более общему обсуждению распознавания объекта.

Модели сравнения с эталоном

Возможно, наиболее очевидный способ распознавания паттерна состоит в *сравнении с эталоном*. Теория сравнения с эталоном предполагает, что изображение объекта на сетчатке точно передается в мозг и что предпринимается попытка прямо сравнить его с различными хранящимися в мозгу паттернами. Эти паттерны называются эталонами. Основная идея состоит в том, что перцептивная система пробует сравнивать букву с эталонами, имеющимися для каждой буквы, и сообщает об эталоне, который соответствует ей наилучшим образом. Рисунок 2.15 иллюстрирует различные попытки установить соответствие эталону. В каждом случае предпринимается попытка достичь соответствия между клетками сетчатки, стимулируемыми буквой *А*, и клетками сетчатки, заданными для паттерна эталона.

На схеме рис. 2.15, *а* показан случай, когда достигнуто соответствие и буква *А* распознана. На второй схеме, в части *б*, показано, что не достигнуто никакого соответствия между буквой *L* на входе и паттерном эталона для *А*. Но на схеме в части *в* *L* соответствует эталону для *L*. Однако с эталонами не все обстоит так просто. На схеме в части *г* показано несоответствие, которое имеет место, когда изображение попадает на неподходящую часть сетчатки, а схема в части *д* показывает проблему, возникающую когда изображение имеет неподходящий размер. Схема в части *е* показывает, что случается, когда изображение неправильно ориентировано, а схемы в частях *ж* и *з* показывают трудности, возникающие, когда изображения являются нестандартными буквами *А*. Не существует никакого известного способа исправить эталоны для решения всех этих проблем.

Обычный пример сравнения с эталоном включает в себя номера счета, напечатанные на чеках, которые читаются устройствами для сортировки чеков, используемыми компьютерами банка. На рис. 2.16 показан один из моих незаполненных чеков (от прежнего счета). Номер счета — это ряд чисел в самом основании чека. Было предпринято много усилий для того, чтобы создать максимально различимые знаки в этом номере. Чтобы гарантировать стандартизацию размера и положения, их должна была напечатать машина; сортировщик чеков не опознал бы написанные от руки числа. Тот факт, что для успешного сравнения с эталоном

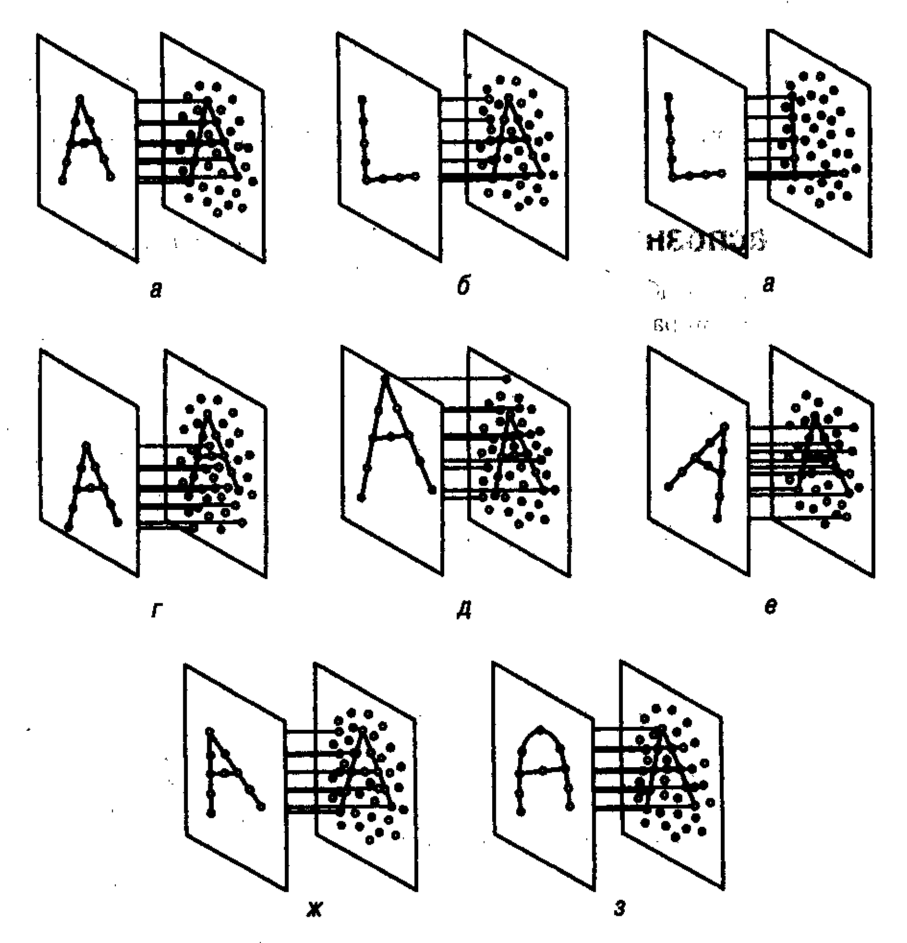


Рис. 2.15. Примеры попыток сравнения с эталоном: *а, в* — успешные попытки сравнения с эталоном; *б, г–з* — неудачные попытки (Neisser, 1967)

LYNNE M. REDER
JOHN R. ANDERSON

226

19

8-2
250

PAY TO THE
ORDER OF $

DOLLARS

PITTSBURGH NATIONAL BANK

MEMO

⑆043000096⑆ 0226⑈4 983761⑈

Рис. 2.16. Обычный незаполненный чек с номерами счета, специально разработанными, чтобы обеспечить успешное сравнение с эталоном

необходима очень стандартизированная система знаков, уменьшает вероятность того, что этот процесс станет моделью для распознавания паттернов людьми. При распознавании паттернов человек демонстрирует значительную гибкость. Мы можем распознавать БОЛЬШИЕ знаки и маленькие знаки; знаки в неправильном месте, необычно ориентированные и необычной формы; неясные или нарушенные знаки; и даже, с некоторым усилием, перевернутые знаки.

Сравнение с эталоном включает в себя попытку установить точное соответствие между паттерном и стимулом.

Подетальный анализ

Частично из-за трудностей при сравнении с эталоном, психологи предположили, что распознавание паттерна происходит через *подетальный анализ*. В этой модели стимулы рассматриваются как комбинации простейших деталей. Так, деталями алфавита можно считать различные виды линий (вертикальные, горизонтальные, диагональные, искривленные). Таким образом, заглавная буква А может рассматриваться как состоящая из двух линий под углом 30° (/ и \) и горизонтальной линии (–). Паттерн для буквы А состоит из этих линий и спецификации относительно того, как они должны быть объединены. Эти детали очень похожи на результат работы детекторов края и полос в зрительной коре, обсуждавшийся ранее.

Вы можете спросить: почему подетальный анализ является прогрессом по сравнению с моделью сравнения с эталоном? В конце концов, что такое детали, как не мини-эталоны? Но подетальный анализ имеет множество преимуществ перед моделью сравнения с эталоном. Во-первых, так как детали более просты, легче понять, как система может исправлять некоторые трудности, вызванные моделью сравнения с эталоном. Действительно, если детали— лишь небольшие линии, детекторы полос и края, которые мы обсуждали ранее, могут извлекать такие детали. Второе преимущество схемы комбинации деталей состоит в том, что можно определить те связи между деталями, которые наиболее важны для паттерна. Так, для буквы А критическое свойство состоит в том, что имеются три линии: две идущие наискось (в различных направлениях) и одна горизонтальная, определенным образом связанные друг с другом. Многие другие детали несущественны. Так, все следующие паттерны являются буквой А: A, A, A, A, *A*. Последнее преимущество заключается в том, что использование деталей вместо более крупных паттернов уменьшает число необходимых эталонов. В модели подетального анализа мы нуждаемся в эталоне не для каждого возможного паттерна, а только для каждой детали. Так как те же самые детали обычно встречаются во многих паттернах, это означает значительную экономию.

Имеется значительное количество поведенческих доказательств существования деталей как компонентов при распознавании паттерна. Например, если буквы имеют много общих деталей, как в буквах *C* и *G*, есть свидетельства того, что испытуемые были особенно склонны их путать (Kinney, Marsetta, & Showman, 1966). Когда такие буквы предъявляются на очень короткие интервалы, испытуемые часто ошибочно определяли один стимул как другой. Например, испытуемые в эксперименте Кинни с коллегами делали 29 ошибок, когда им предъявлялась буква *G*. Из этих ошибок в 21 случае эта буква определялась как буква *C*, в шести случа-



Рис. 2.17. Дезинтеграция изображения, которое стабилизировано на сетчатке. Слева – первоначально предъявлявшийся стимул. Части изображения справа от него представляют собой различные паттерны, о которых сообщал испытуемый по мере того, как стабилизированное изображение начинало исчезать (Pritchard, 1961)

их – как *O*, в одном случае – как *B*, и еще в одном случае – как цифра 9. Никаких других ошибок не отмечалось. Ясио, что в качестве своих ответов испытуемые выбирали объекты со сходным набором деталей. Такой паттерн ответа соответствует ожидаемому при использовании модели подетального анализа. Если испытуемые смогут определять лишь некоторые из деталей при кратком предъявлеиии, они не будут способны решить, какому из стимулов принадлежат эти детали.

Другой вид эксперимента, в котором можно получить свидетельства в пользу подетального анализа, касается стабилизированных на сетчатке изображений. Глаз испытывает очень небольшой тремор, называемый *психологическим нистагмом*, частота которого составляет от 30 до 70 циклов в секунду. К тому же взгляд медленно перемещается по объекту. Следовательно, находящееся на сетчатке изображение объекта, иа котором человек пытается зафиксировать взгляд, не является совершенно неизмеиным; его положение слегка изменяется. Факты свидетельствуют о том, что это движение по сетчатке крайне важно для восприятия. Когда используются методы, позволяющие удерживать изображение в одном положеиии на сетчатке иезависимо от движения глаза, части объекта начинают исчезать. Кажется, что, если постоянно используются одни и те же ретинальные и иервные пути, они приходят в состояние утомления и перестают реагировать.

Наиболее интересная сторона этого явления состоит в том, как исчезает стабилизированный на сетчатке объект. Он не просто постепенно или виезапно исчезает. Скорее, через какое-то время выпадают различные части. Рисунок 2.17 иллюстрирует судьбу одного из стимулов в эксперименте Притчарда (Pritchard, 1961). Объект слева – это предъявлявшееся изображение; четыре других – различные фрагменты, о которых сообщал испытуемый. Важно обратить виимание на два момента. Во-первых, целые детали, такие как «вертикальная полоса», казалось, были потеряны. Эти данные говорят о том, что детали – важные единицы в восприятии. Во-вторых, то, что осталось от стимула, имело тенденцию составлять паттерны полной буквы или числа. Этот результат указывает на то, что эти детали объединяются вместе в распознаваемые паттерны. Таким образом, хотя наша перцептивная система может извлекать детали, то, что мы воспринимаем, является паттернами, составлеиными из этих деталей. Процессы извлечения и комбинации деталей, лежащие в осиове распознавания паттерна, недоступны осознанию; мы осознаем лишь паттерны.

Подетальный анализ включает в себя два отдельных процесса: распознавание деталей, которые составляют паттерн, и затем их комбинацию.

Распознавание объектов

Подетальный анализ удовлетворительно описывает то, как мы распознаем простые объекты, такие как буква А. Но возникает вопрос, как с его помощью можио объяснить распозиание более сложных объектов, которые, очевидно, нельзя описать в терминах иескольких деталей. Одно из захватывающих достижений в области изучения восприятия — растущее количество свидетельств в пользу того, что в основе распознавания таких знакомых и в то же время разных объектов, как лошади или чашки, лежат одии и те же процессы. Основиая идея состоит в том, что зиакомый объект может рассматриваться как известная конфигурация простых компонентов. Рисунок 2.18 иллюстрирует предложенный Марром (Marr, 1982) способ рассмотрения знакомых объектов как конфигураций простых компонеитов цилиндрической формы. Например, страус имеет горизонтально ориентированное туловище, прикреплеиное к двум длинным ногам и длинной шее.

Бидерман (Biederman, 1987) предложил теорию распознавания объектов, которая называется теорией опознания по прототипу (*recognition-by-components theory*). Согласно этой теории, в нашем распознавании объекта как конфигурации более простых компоиентов существуют три стадии.

1. Объект сегмеитируется на набор основных подобъектов. Это соответствует результату ранней зрительной обработки, которую мы уже обсуждали в этой главе.

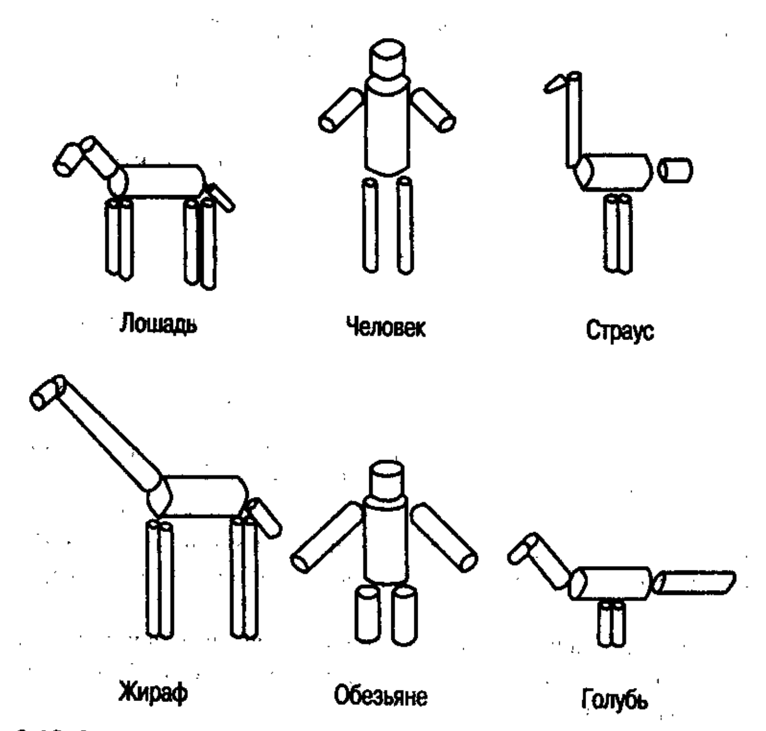


Рис 2.18. Сегментация некоторых знакомых объектов на основные цилиндрические формы (Marr & Nishihara, 1978)

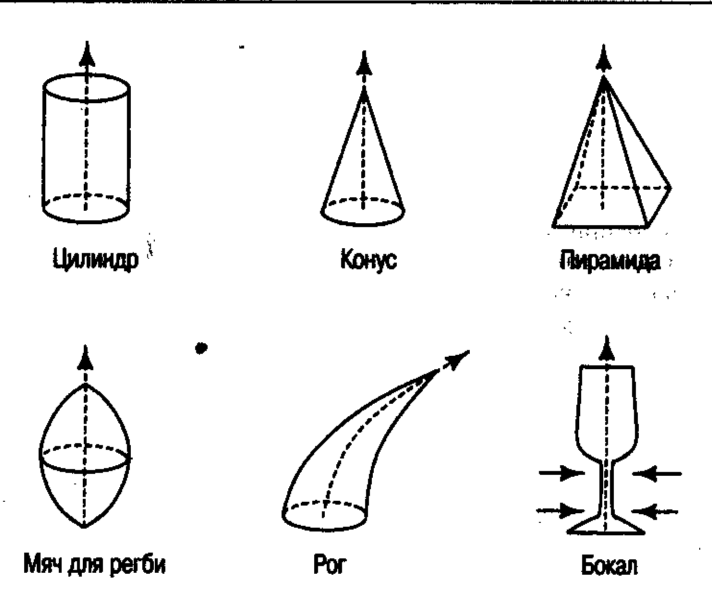


Рис. 2.19. Обобщенные цилиндры. В каждом объекте прерывистая линия представляет собой центральную ось объекта. Объекты могут быть описаны в терминах движения сечения формм вдоль оси. Цилиндр: круг перемещается по прямой оси. Конус: круг сжимается, перемещаясь по прямой оси. Пирамида: квадрат сжимается, перемещаясь по прямой оси. Мяч для регби: круг расширяется и затем сжимается, перемещаясь по прямой оси. Рог: круг сжимается, перемещаясь по изогнутой оси. Бокал: круг сжимается и затем расширяется, создавая вогнутые точки сегментации, отмеченные стрелками (Biederman et al., 1985)

2. Как только объект сегментирован на основные подобъекты, можно определить категорию каждого подобъекта. Бидерман (Biederman, 1987) утверждает, что имеются 36 основных категорий подобъектов, которые он вызывает *геонами* (сокращение от «геометрические ионы»). На рис. 2.19 показаны некоторые примеры. Мы можем представлять себе, что цилиндр получен из круга путем его перемещения по прямой линии (оси), перпендикулярной основанию. Мы можем обобщить эту основную форму цилиндра до других форм, изменяя способ его создания. Мы можем изменить форму объекта, который мы перемещаем. Если мы перемещаем вдоль оси прямоугольник, а не круг, мы получаем параллелепипед, а не цилиндр. Мы можем изгибать ось и получать изогнутые объекты. Мы можем изменить размер формы, когда перемещаем ее, и получить объекты наподобие пирамиды или бокала. Бидерман предполагает, что всего существует приблизительно 36 геонов, которые могут быть получены этим способом, и что они служат как бы алфавитом для создания объектов, почти как буквы, образующие алфавит для построения слов. Распознавание геона включает в себя распознавание особенностей, которые определяют его, поскольку эти особенности описывают элементы, из которых он создан, такие как форма объекта и ось, по которой он перемещен. Таким образом, распознавание геона похоже на распознавание буквы.

3. Идентифицировав части, из которых составлен объект, и их конфигурацию, человек распознает объект как паттерн, составленный из этих частей. Таким образом, распознавание объекта похоже на распознавание слова.

Как и в случае распознавания буквы, имеется много небольших вариаций основных компонентов, или геонов, которые не должны играть решающую роль для распознавания. Например, человеку нужно лишь определить, является ли край прямым или изогнутым (как при различении параллелепипеда и цилиндра), или являются ли грани параллельными или нет (как при различении цилиндра и конуса). Не обязательно точно определять, насколько изогнут край. Чтобы определить геоны, необходимы лишь грани. Цвет, текстура и небольшие детали не имеют значения. Согласно данной модели, схематические рисунки сложных объектов, позволяющие идентифицировать основные геоны, должны распознаваться так же быстро, как детальные цветные фотографии объектов. Бидерман и Джу (Biederman & Ju, 1988) подтвердили, что это так, т. е. схематические рисунки объектов обеспечивают всю информацию, необходимую для быстрого и точного распознавания.

Важнейшее допущение в этой теории состоит в том, что распознавание объекта опосредствовано распознаванием компонентов объекта. Бидерман, Биринг, Джу и Бликл (Biederman, Beiring, Ju, & Blickle, 1985) проверили это предположение, используя объекты типа изображенных на рис. 2.20. У некоторых объектов были удалены целые компоненты, тогда как у других объектов все компоненты были

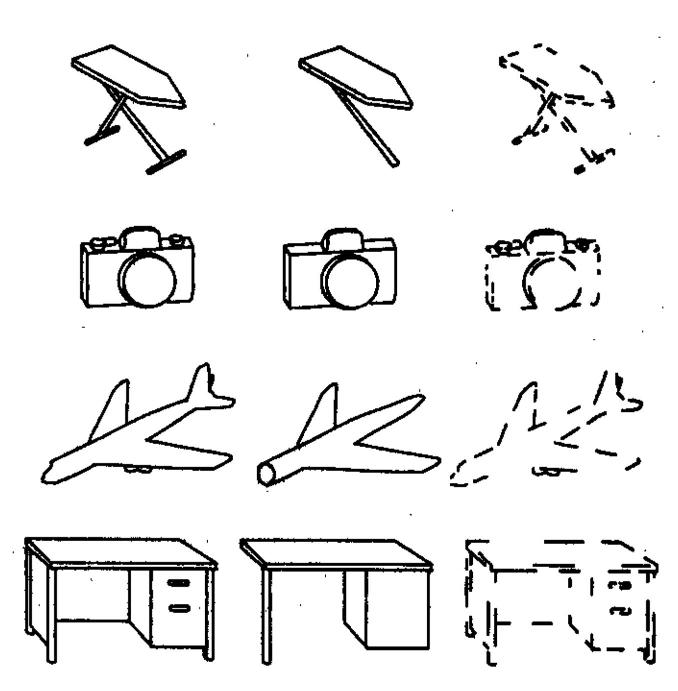


Рис. 2.20. Образцы стимулов, использованных Бидерманом и коллегами (Biederman et al., 1985) с равной долей удаленных частей контуров или целых компонентов (© 1985 *APA*. Адаптировано с разрешения)

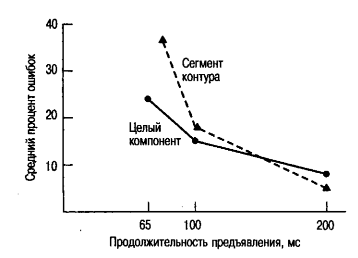


Рис. 2.21. Результаты исследования Бидермана с коллегами (Biederman et al., 1985): средний процент ошибок распознавания объекта как функция характера удаления (сегменты контура или целые компоненты) и продолжительности предъявления (© 1985 *APA*. Адаптировано с разрешения)

представлены, но части этих компонентов были удалены. Они предъявляли эти два типа нарушенных фигур испытуемым на различные краткие интервалы времени и просили идентифицировать эти объекты. Результаты показаны на рис. 2.21. При очень кратковременных предъявлениях (от 65 до 100 мс) испытуемые были более точны в распознавании фигур с удаленными компонентами, чем с отсутствующими частями компонентов; для более длительного предъявления продолжительностью в 200 мс были получены противоположные результаты. Бидерман и коллеги сделали вывод, что при кратких интервалах испытуемые не могли идентифицировать компоненты с удаленными частями и поэтому испытывали трудности при распознавании объектов. Но при продолжительности предъявления в 200 мс испытуемые могли распознавать все компоненты при тех и других условиях. Так как в случае удаления сегментов контура оставалось большее количество компонентов, испытуемые имели больше информации для идентификации объекта.

Такие объекты, как лошади и чашки, распознаются как конфигурации простого набора меньших объектов.

Распознавание речи

До этого момента мы рассмотрели лишь распознавание зрительного паттерна. Интересно проверить большинство наших выводов, выяснив, распространяются ли они на распознавание речи. Хотя мы не будем обсуждать детали ранней обработки речи, стоит отметить, что подобные вопросы возникают. Главная проблема при распознавании речи — сегментация распознаваемых объектов. Речь не разбита на дискретные единицы, как печатный текст. Хотя кажется, что между словами в речи имеются четкие промежутки, часто это лишь иллюзия. При исследовании фактиче-

ского физического речевого сигнала мы часто находим не уменьшающуюся интенсивность звука в границах слова. Действительно, снижение интенсивности речи так же вероятно в пределах слова, как и между словами. Эта особенность речи особенно заметна, когда мы слушаем, как кто-то говорит на неизвестном иностранном языке. Речь кажется непрерывным потоком звуков без очевидных границ слов. Именно знание нашего собственного языка ведет к иллюзии границ слова.

В пределах отдельного слова существуют еще бóльшие проблемы с сегментацией. Эти проблемы включают в себя идентификацию *фонем*. Фонемы — это основной набор звуков речи; именно с их помощью мы распознаем слова.[1] Фонема определяется как минимальная единица речи, которая может обусловливать различия в произнесенных сообщениях. В качестве иллюстрации рассмотрим слово *bat*. В этом слове есть три фонемы: [b], [a] и [t]. При замене [b] на фонему [p], мы получим *pat*; заменив [a] на [i], мы получим *bit*; заменив [t] на [n], мы получим *ban*. Очевидно, не всегда существует однозначное соответствие между буквами и фонемами. Например, слово *one* состоит из фонем [w], [a] и [n]; *school* состоит из фонем [s], [k], [u] и [l]; *knight* состоит из [n], [i] и [t]. Именно отсутствие точного соответствия между буквами и звуками делает трудной английскую орфографию.

Проблема сегментации возникает, когда фонемы, образующие произносимые слова, должны быть идентифицированы. Трудность состоит в том, что речь непрерывна и фонемы не дискретны, в отличие от букв на напечатанной странице. Сегментация на этом уровне подобна распознаванию написанного от руки сообщения, где одна буква переходит в другую. Кроме того, разные люди по-разному произносят одни и те же фонемы, подобно тому, как обладают разным почерком. Разница между говорящими особенно очевидна, когда человек впервые пытается понимать говорящего с сильным и незнакомым акцентом, например когда американец пытается понять австралийца. Но анализ речевого сигнала показывает, что даже среди говорящих с тем же самым акцентом существуют значительные вариации. Например, голоса женщин и детей обычно намного выше, чем голоса мужчин.

Еще одна трудность в восприятии речи включает в себя феномен, известный как коартикуляция (Liberman, 1970). Когда артикуляционный аппарат производит один звук, скажем [b] в *bag*, он начинает принимать форму, требующуюся для [a]. Когда он производит звук [a], он начинает принимать форму, требующуюся для [g]. В действительности различные фонемы накладываются друг на друга. Это создает дополнительные трудности при сегментации фонем, и это также означает, что фактический звук, произведенный для одной фонемы, будет определен контекстом, который образуют другие фонемы.

Считается, что восприятие речи включает в себя специализированные механизмы, которые выходят за рамки общих механизмов слухового восприятия. В последующих разделах мы обсудим специфику восприятия речи. Кроме того, есть пациенты, которые в результате поражения левой височной доли утратили способность лишь слышать речь (Goldstein, 1974). Их способность обнаруживать и распознавать другие звуки не нарушена, как и их способность говорить. Таким

[1] Массаро (Massaro, 1996) предполагает, что основными перцептивными единицами являются комбинации гласных—согласных и согласных—гласных.

образом, их нарушение касается только восприятия речи. Иногда этим пациентам в некоторой степени удается распознать речь, если она очень медленная (Okada, Hanada, Hattori, & Shoyama, 1963), и это наводит на мысль, что отчасти их проблема может заключаться в сегментации речевого потока.

Распознавание речи включает в себя сегментацию фонем в непрерывном потоке речи.

Анализ особенностей речи

В основе восприятия речи, по-видимому, лежат почти такие же процессы, как подетальный анализ и комбинация деталей при зрительном распознавании. Как и отдельные буквы, отдельные фонемы можно рассматривать как характеризующиеся некоторым числом особенностей. Эти особенности связаны с тем, как порождена фонема. Фонемы могут различаться по таким признакам, как «согласные—гласные», «звонкие—глухие» и по месту артикуляции (Chomsky & Halle, 1968). *Согласные* фонемы по звучанию отличаются от гласных. *Звонкие* фонемы получаются в результате вибрации голосовых связок. Например, сравните, как вы произносите *пот* и *дот*, *трупы* и *трубы*, *фон* и *вон*. Вы можете обнаружить это различие, поместив пальцы на вашей гортани, когда вы произносите эти звуки. Гортань будет вибрировать при звонком согласном.

Местом артикуляции называется место, в котором речевой канал закрыт или сжат при произнесении фонемы. (Он закрыт в определенной точке при произнесении большинства согласных.) Например, звуки [п] и [м] относятся к билабиальным, так как при их произнесении губы закрыты. Фонемы [ф] и [в] считаются лабио-дентальными, так как при их произнесении нижняя губа прижата к передним зубам. Фонемы [т], [д], [н], [л] и [р] — альвеолярными, потому что язык прижат к альвеолам. Фонемы [к] и [г] — заднеиёбные, потому что язык прижат к мягкому нёбу, или нёбной занавеске в задней части нёба.

Рассмотрим фонемы [п], [б], [т] и [д]. Все четыре — согласные, однако различаются по звучанию и месту артикуляции. В табл. 2.1 эти четыре согласных звука классифицированы в соответствии с этими двумя особенностями.

Таблица 2.1

Классификация звуков [б], [п], [д] и [т] по звонкости—глухости и месту артикуляции

Место артикуляции	Звонкие	Глухие
Билабиальные	[б]	[п]
Альвеолярные	[д]	[т]

Существует немало доказательств роли таких особенностей в восприятии речи. Например, Миллер и Найсли (Miller & Nicely, 1955) предлагали испытуемым попытаться на фоне шума опознать такие согласные, как [б], [д], [п] и [т]. На самом деле испытуемым предъявлялись звуки [ба], [да], [па] и [та]. Испытуемые оказывались сбитыми с толку, полагая, что они слышали один звук, когда в действительности предъявлялся другой. Экспериментаторов интересовало, какие звуки будут путать между собой испытуемые. Казалось вероятным, что испытуе-

мые будут наиболее часто путать согласные, которые различались между собой только единственной особенностью, и это предположение подтвердилось. Например, когда предъявлялся звук [п], испытуемые чаще полагали, что они слышат [т], чем что они слышат [д]. Фонема [т] отличается от [п] только местом артикуляции, тогда как [д] отлнчается и местом артикуляции, и звучанием. Точно так же испытуемые, которым предъявлялся звук [б], чаще полагали, что они слышат [п], чем что оии слышат [т].

Этот эксперимент — ранняя демонстрация типа логики, которую мы наблюдали в исследовании распознавании буквы, проведенном Кинни, Марсеттой и Шоуменом. Когда испытуемый может идентифицировать только набор особенностей, лежащих в основе паттерна (в этом случае паттерном является фонема), ответы испытуемого будут отражать смешение фонем, имеющих один и тот же набор особенностей.

Фонемы распознаются в терминах особенностей, характеризующих их произнесение, таких как место артикуляции и звучание.

Категорическое восприятие

Особенности фонем связаны с тем, как оии произносятся. Каковы свойства акустического стимула, который кодирует эти особенности произношения? Эта проблема была особенно хорошо изучена относительно звучания. При произнесении таких согласных, как [б] и [п], происходят две вещи: сомкнутые губы открываются, выпуская воздух, и голосовые связки начинают вибрировать (звучать). В случае звонкого согласного звука [б] выпуск воздуха и вибрация голосовых связок происходят почти одновременно. В случае глухого согласного звука [п] выпуск воздуха происходит на 60 мс раньше, чем начинается вибрация. При восприятии звонкого согласного по сравнению с глухим мы воспринимаем присутствие или отсутствие 60-миллисекундного интервала между выпуском воздуха и звучанием. Этот период времени называется временем начала звучания. Различия между звуками [п] и [б] показаны на рис. 2.22. Подобные различия существуют и в других парах звонких—глухих согласных, таких как [д] и [т]. Итак, на восприятие фонем влияет задержка между моментом выпуска воздуха и началом вибрации голосовых связок.

Лискер и Абрамсон (Lisker & Abramson, 1970) провели эксперименты с искусственными (генерируемыми компьютером) стимулами, в которых задержка меж-

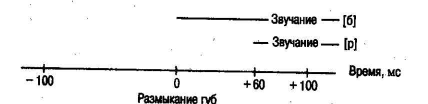


Рис. 2.22. Различие между произнесением звуков [б] и [п]; задержка между размыканием губ и звучанием в случае звука [п] (*Psychology and Language, Herbert H. Clark and Eve E. Clark.* © *Harcourt Brace Jovanovich.* Воспроизведено с разрешения издателя)

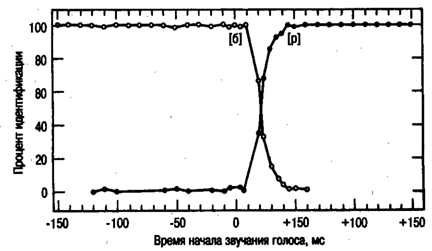


Рис. 2.23. Процент идентификации звука [б] по сравнению со звуком [п] как функция времени начала звучания голоса. Резкое изменение этих функций происходит приблизительно за 25 мс (Lisker & Abramson, 1970)

ду выпуском воздуха и звучанием варьировала от –150 мс (звучание за 150 мс до выпуска воздуха) до +150 мс (звучание через 150 мс после выпуска воздуха). Задача состояла в том, чтобы выделить, какие звуки были звуком [б], а какие — звуком [п]. На рис. 2.23 представлен график, на котором в процентах указано количество случаев идентификации звуков [б] и [п]. На большей части континуума испытуемые в 100% случаев сходились во взглядах на то, что они слышали, но имеется резкое изменение ответов от [б] к [п] приблизительно за 25 мс. При времени начала звучания в 10 мс испытуемые почти единодушно соглашаются с тем, что предъявляется звук [б]; при времени начала звучания в 40 мс испытуемые почти единодушно соглашаются с тем, что предъявляется звук [п]. Из-за этой четкой границы между звонкой и глухой фонемами восприятие этой особенности называется категорическим. *Категорическое восприятие* — это восприятие стимулов как принадлежащих к разным категориям и неспособность восприиимать градации между стимулами в пределах одной категории.

Другое доказательство категорического восприятия речи получено в исследованиях установления различий (Studdert-Kennedy, 1976). Испытуемые очень плохо устанавливают различия между парой звуков [б] или парой звуков [п], которые отличаются по времени начала звучания. Но они хорошо различают пары, имеющие то же самое различие во времени начала звучания, но где один звук идентифицирован как [б], а другой — как [п]. По-видимому, испытуемые могут идентифицировать только фонематическую категорию звука и не способны делать акустическое различение в пределах этой фонематической категории. Таким образом, испытуемые способны различать между собой два звука, только если они находятся по разные стороны фонематической границы.

Существуют по крайней мере две точки зреиия по вопросу о том, что именно имеется в виду под категорическим восприятием. Более слабая точка зрения

состоит в том, что мы оцениваем стимулы как относящиеся к различным категориям. Кажется, нет сомнений в том, что восприятие фонем в этом смысле категорическое. Более сильная точка зрения состоит в том, что мы не можем устанавливать различие между стимулами в пределах одной категории. Массаро (Massaro, 1992) выступил против этой точки зрення и доказал, что имеется некоторая резидуальная способиость устанавливать различия в пределах категорий. Он также доказал, что плохое установление различий в пределах категории может отражать склонность испытуемых говорить, что стимулы в пределах категории одинаковы, даже когда имеются заметные различия.

Другое направление исследований, представляющих доказательства использования особенностей звучания в распознавании речи, включает в себя парадигму адаптации. Эймас и Корбит (Eimas & Corbit, 1973) предлагали испытуемым слушать повторные предъявления звука [да]. Этот звук включает в себя звонкий согласный [д]. По мысли экспериментаторов, это постоянное повторение звонкого согласного могло бы утомить, или адаптировать, детектор этой особенности, который отвечал на присутствие звучания. Затем они предъявили испытуемым последовательности искусственных звуков, которые располагались вдоль акустического континуума, — типа находящихся между [ба] и [па] (как в упоминавшемся выше исследовании Ликерта н Абрамсона). Испытуемые должны были указать, звучит ли каждый из этих искусственных стимулов скорее как звук [ба] или как звук [па]. (Вспомните, что единственная особенность, по которой различаются между собой звуки [ба] и [па], — это звучание.) Эймас и Корбнт обнаружнли, что некоторые из искусствеиных стимулов, которые испытуемые обычно называли звонким [ба], они теперь назвали глухим [па]. Таким образом, повторное предъявление звука [да] утомило детектор особенности «звонкий» и подняло порог для обнаружения звучания в [ба], приводя к тому, что для испытуемых миогие прежние стимулы [ба] звучали как [па].

Люди склонны воспринимать фонемы как относящиеся к определенным категориям, даже когда они отличаются по одному непрерывному измерению.

Контекст и распознавание паттернов

До сих пор мы рассматривали распозиавание паттерна так, как будто единственной информацией, доступной системе распознавания паттерна, была информация, содержащаяся в распознаваемом физическом стимуле. Но дело обстоит не так. Объекты существуют в контексте, и мы можем использовать эти контексты, чтобы облегчить распозиавание объекта. Рассмотрим пример на рис. 2.24. Мы воспри-

TAE CAT

Рис. 2.24. Демонстрация контекста. В зависимости от контекста один и тот же стимул воспринимается как *H* или *A* (Selfridge, 1955)

нимаем эти символы как *THE* и *CAT* даже при том, что символы, обозначающие *A* и *H*, идентичны. Общий контекст, заданный словами, вынуждает давать соответствующую интерпретацию. Когда контекст или общее знание о мнре направляет восприятие, мы называем это обработкой по принципу *сверху—вниз*, потому что общее знание высшего уровня влияет на интерпретацию перцептивных единиц низшего уровня. Общая проблема в восприятии касается того, как такие нисходящие влияния объединяются с информацией, идущей *снизу—вверх* от стимула.

Одно важное направление исследования нисходящих влияний берет начало от ряда экспериментов на идентификацию букв, проведенных Рейчером (Reicher, 1969) и Уилером (Wheeler, 1970). Испытуемым на очень краткий промежуток времени предъявляли букву (например, *D*) или слово (например, *WORD*). Сразу после этого им давали пару вариантов ответа и инструкцию сообщить, который вариант они видели. (Первоначальное предъявление было достаточно кратковременным, чтобы испытуемые делали много ошибок в этой задаче на идентификацию.) Если им показывали букву *D*, то могли дать в качестве альтернатив буквы *D* и *K*. Если им показывали слово *WORD*, то могли дать в качестве альтернатив слова *WORD* и *WORK*. Обратите внимание, что эти два слова отличаются только на одну букву — *D* или *K*. Испытуемые были приблизительно на 10 % более точны при предъявлеиии слов. Таким образом, они более точно устанавливали разлнчие между буквами *D* и *K* в контексте слова, чем когда это были одиночные буквы, даже при том, что, в некотором смысле, в контексте слова они должны были обрабатывать в четыре раза больше букв. Это явление известно как *эффект схватывания слова*.

Румельхарт и Сипл (Rumelhart & Siple, 1974) и Томпсон и Массаро (Thompson & Massaro, 1973) объяснили, почему испытуемые более точны, когда имеют дело со словом. Предположим, что испытуемые способны идентифицировать первые три буквы как *WOR*. Теперь рассмотрим, сколько слов с четырьмя буквами совместимы с началом *WOR*: *WORD* (слово), *WORK* (работа), *WORM* (червь), *WORN* (одеваться), *WORT* (трава). Предположим, что испытуемые обнаруживают только кривую линию в основании четвертой буквы. В контексте начала *WOR* они знают, что стимул должен быть словом *WORD*. Но когда буква предъявляется одна и испытуемые обнаруживают кривую, они не будут знать, была ли это буква *B*, *D*, *C*, *O* или *Q*, так как в каждой из этих букв есть такая кривая. Таким образом, в контексте начала *WOR* испытуемые должны только обнаружить кривую, чтобы идентифицировать четвертую букву как *D*, но когда буква предъявляется одна, они должны обнаружнть большее количество особенностей, чтобы быть способными однозначно идентифицировать букву. Обратите внимание, что этот анализ подразумевает, что восприятие — это процесс, в значительной степени основанный на выведении заключения. При этом испытуемый не видит, что *D* лучше в контексте *WOR*; скорее, испытуемый приходнт к выводу, что *D* — четвертая буква. Но испытуемый не осознает этих выводов; скорее, испытуемого просят делать неосознанные выводы в процессе восприятия. Обратнте вниманне, что нспытуемый в этом примере не осознает тот факт, что кривая в основании буквы была обнаружена, нначе имелась бы возможность выбрать между *D* и *K*. Скорее, испытуемый осознает только слово или букву, которую логически вывела перцептивная система.

Этот пример иллюстрирует избыточность многих сложных стимулов типа слов. Эти стимулы имеют намного больше особенностей, чем требуется, чтобы отличить один стимул от другого. Таким образом, восприятие может протекать успешно, когда распознаны лишь некоторые из особенностей, а информация об оставшихся особенностях получена из контекста. В языке эта избыточность существует на многих уровнях помимо уровня особенностей. Например, существует избыточность на уровне букв. Мы не должны воспринимать каждую букву в последовательности слов, чтобы прочитать ее. Длх иллюсхрахии хтохо я хогх захеихть хажхую хрехью хукху пхедхожхиих иа «х», х вы хем хе мехее хмохетх егх прхчихатх — хохя и хспхтыхая хекхтохые хатхудхеихя. (Пример адаптирован из: Lindsay & Norman, 1977.)

Контекст слова может быть использован для получения информации о дополнительных особенностях при распознавании букв.

Контекст и речь

Существуют такие же хорошие доказательства роли контекста в восприятии речи. Хорошей иллюстрацией является *эффект восстановления фонемы*, продемонстрированный в эксперименте, проведенном Уорреном (Warren, 1970). Он предлагал испытуемым прослушать предложение: *The state governors met with their respective legislatures convening in the capital city* («Губернаторы встретились с законодательными органами свои штатов, собравшимися в столице»), — заменив на 120 мс среднюю *s* в слове *legislatures* на чистый тон. Но только один из двадцати испытуемых сообщил, что слышал чистый тон, и этот испытуемый не мог правильно определить его местонахождение.

Интересным продолжением этого первого исследования был эксперимент Уоррена и Уоррена (Warren & Warren, 1970). Они предъявляли испытуемым предложения, подобные следующим:

*It was found that the *eel was on the axle.*

*It was found that the *eel was on the shoe.*

*It was found that the *eel was on the orange.*

*It was found that the *eel was on the table.*

В каждом случае * обозначает фонему, замененную неречевым звуком. Для этих четырех предложений испытуемые сообщали, что слышали слова *wheel, heel, peel* и *meal* в зависимости от контекста.[1] Важно отметить, что эти предложения идентичны вплоть до критического слова. Идентификация критического слова определена тем, что происходит после него. Таким образом, идентификация слов часто не происходит мгновенно, а может зависеть от восприятия последующих слов.

При распознавании речи контекстная информация может дополнять информацию об особенностях речи.

---

[1] С этими словами предложения переводятся на русский язык следующим образом: «Было обнаружено, что колесо на оси», «Было обнаружено, что каблук на туфле», «Было обнаружено, что кожица на апельсине», «Было обнаружено, что еда на столе». — *Примеч. перев.*

Контекст и распознавание лиц и картин

Пока наше обсуждение сосредоточивалось на роли контекста в восприятии напечатанного и выраженного словами материала. Когда мы обрабатываем другие сложные паттерны, такие как лица, очевидно, имеет место то же самое взаимодействие между особенностями стимула и контекстом, которое отмечается в случае с языковыми стимулами. Рассмотрим рис. 2.25, который взят из книги Палмера (Palmer, 1975). Он указывает, что в контексте лица требуется очень немного информации об особенностях стимула для распознавания отдельных частей, таких как нос, глаз, ухо или губы. Напротив, когда эти части представлены изолированно, требуется значительно больше деталей, чтобы сделать возможным их распознавание.

Контекст также, по-видимому, важен для восприятия сложных картин. Бидерман, Гласс и Стейси (Biederman, Glass & Stacy, 1973) изучали восприятие объектов в новых картинках. На рис 2.26 показаны два вида картинок, предъявлявшихся испытуемым. На части *а* рисунка показана нормальная картинка; на части *б* — та же самая картинка в беспорядочном виде. Картинка на короткое время предъявлялась испытуемым на экране, и сразу после предъявления стрелка указывала на место на теперь чистом экране, где мгновением раньше находился объект. Испытуемых просили идентифицировать объект, который находился в этом месте на картине. Так, на картине из нашего примера объектом, на который было указано, мог быть пожарный гидрант. Испытуемые были значительно более точны в идентификации объекта на связной картине, чем на беспорядочной. Таким образом, как и в случае с обработкой печатного текста или речи, испытуемые способны использовать контекст в зрительной картине для идентификации объекта.

Контекстная информация может использоваться, чтобы дополнять информацию об особенностях при распознавании лиц и картин.

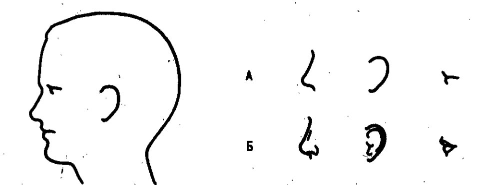


Рис. 2.25. Лицевые особенности в контексте лица и вне его. В контексте лица необходима минимальная информация, но те же самые минимальные особенности нелегко распознать в ряду А. Нужно обеспечить более сложную внутреннюю структуру особенностей, чтобы сделать возможным распознавание, как в ряду Б (Palmer, 1975)



Рис. 2.26. КартФнкФ, ФЭпоЧиУованнзС в ФЭЭЧСРованФФ БФРСрШана Ф коЧЧСП (Biederman et al., 1973): *а* — ЭвлУнал картФна; *б* — бСЭпорлРогнал картФна. На бСЭпорлРогной картФнС тлТСЧСС опоУнати поТарнзй ПФРрант (Biederman et al., 1973. © *APA*. ВоЭпроФУвСРСно Э раУрСдСнФл)

Модель комбинации информации о контексте и стимуле Массаро (*FLMP*)

Мы рассмотрели влияние контекста на распознавание паттернов в различных ситуациях восприятия, но открытым остается вопрос о том, как понять эти результаты. Были предложены две альтернативы. Одно предположение состоит в том, что контекст и стимул обеспечивают два независимых источника информации о том, каков в действительности паттерн. В эксперименте Массаро (Massaro, 1979) на распознавание букв были получены доказательства в пользу этой точки зрения. На рис. 2.27 показаны примеры стимульного материала, который он использовал в тесте на распознавание букв *c* и *e*. Четыре прямоугольника представляют собой четыре возможности в терминах количества контекстных доказательств: только *e* может образовывать слово, только *c* может образовывать слово, обе буквы могут образовывать слово или ни одна не может. По мере того как мы спускаемся вниз по прямоугольнику, буква становится все больше похожей на букву *e* и меньше — на букву *c*. Испытуемым на короткое время предъявлялись эти стимулы, и они были должны идентифицировать букву. На рис. 2.28 показаны результаты как функция от информации о стимуле и контексте. Как можно заметить, по мере того как буква становится все более похожей на *e*, возрастает вероятность того, что испытуемый идентифицирует ее как *e*. Точно так же эта вероятность увеличивается по мере того, как контекст обеспечивает большее количество доказательств.

Массаро доказывает, что эти данные отражают независимую комбинацию доказательств, полученных из контекста и из буквы. Он предполагает, что буква представляет некоторое доказательство L_c для буквы *c* и что контекст также представляет некоторое доказательство C_c для буквы *c*. Также он предполагает, что эти доказательства могут быть оценены по шкале от 0 до 1 и могут рассматриваться как вероятности, которые Массаро называет «нечеткими значениями истины». Поскольку сумма вероятностей равна 1, доказательство для буквы *e* вычисляется из

cdit	scll	slcd	panc	cast	scar	duct	talc
cdit	scll	slcd	panc	cast	scar	duct	talc
cdit	scll	slcd	panc	cast	scar	duct	talc
cdit	scll	sled	•:	cast	sear	duet	tale
cdit	sell	sled	•..	east	sear	duet	tale
edit	sell	sled	•:	east	sear	duet	tale

coin	scum	pack	zinc	etsa	acsr	dtcu	tlac
coin	scum	pack	zinc	ctsa	acsr	dtcu	tlac
coin	scum	pack	zinc	ctsa	acsr	dtcu	tlac
eoin	scum	pack	zinc	etsa	aesr	dtcu	tlac
eoin	seum	paek	zine	etsa	aesr	dteu	tlae
eoin	seum	paek	zine	etsa	aesr	dteu	tlae

Рис. 2.27. Примеры стимульного материала, использовавшегося Массаро (Massaro, 1979) для изучения того, как испытуемые комбинируют информацию о стимуле из буквы с контекстной информацией из окружающих ее букв (воспроизведено с разрешения *APA*)

буквы по формуле $L = 1 - L_c$, а доказательство из контекста — по формуле $C = 1 - C_c$. Учитывая эти вероятности, общая вероятность для *c* вычисляется по формуле:

$$P(c) = \frac{L_c \times C_c}{L_c \times C_c + L_e \times C_e}.$$

Линии на рис. 2.28 иллюстрируют прогнозы, сделанные на основе теории Массаро. Вообще, эта теория, называемая ***нечеткой логической моделью восприятия*** (*fuzzy logical model of perception — FLMP*), оказалась полезной для объяснения комбинации информации о контексте и стимуле в распознавании паттерна.

Можно задаться вопросом, в каком смысле приведенное выше уравнение квалифицирует информацию о стимуле и контексте как объединяющуюся независимо. Это может быть оправдано в терминах байесовской теории статистического вывода. Согласно этой теории, если имеются два источника доказательств гипотезы (в данном случае гипотеза состоит в том, что буква — *c*) и эти два источника доказательств независимы в вероятностном смысле, то они должны быть объединены, как в вышеупомянутом уравнении. Независимость в вероятностном смысле означает, что доказательство, обеспеченное особенностью стимула, не зависит от контекста. Это условие независимости было бы нарушено, например, если бы то, как написана буква *e*, зависело от слова, частью которого она являлась.

Модель восприятия Массаро предполагает, что для определения воспринимаемого паттерна контекстная информация независимо объединяется с информацией о стимуле.

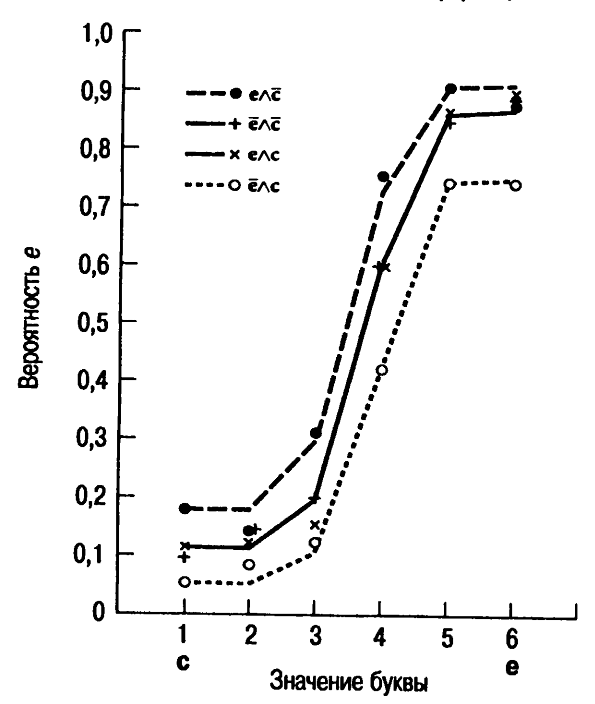


Рис. 2.28. Вероятность идентификации буквы *e* как функция значения буквы и орфографического контекста (Massaro, 1979). Линии отражают вероятность, предсказанную по модели Массаро

Модель распознавания букв *PDP*

Мак-Клелланд и Румельхарт (McClelland & Rumelhart, 1981) предложили совершенно другую модель комбинации информации о стимуле и контексте при распознавании паттерна. На рис. 2.29 показана лишь часть сети распознавания паттерна, которую Мак-Клелланд и Румельхарт применили для моделирования нашей структуры использования слов, чтобы облегчить распознавание отдельных букв. В этой модели отдельные особенности, такие как вертикальная полоса, объединяются для того, чтобы образовать букву, а отдельные буквы объединяются, чтобы образовать слова. Это коннекционистская модель, подобная той, которую мы обсуждали в главе 1. Она в значительной степени зависит от процессов возбуждения и торможения. Активация распространяется от особенностей, чтобы возбудить буквы, и от букв, чтобы возбудить слова. Альтернативные буквы в той же самой позиции тормозят друг друга так же, как и альтернативные слова. Активация может также распространяться вниз от слов, чтобы возбудить буквы, из которых они состоят. Таким образом, слово может поддерживать активацию буквы и, следовательно, способствовать ее распознаванию. Например, горизонтальная полоса в третьей позиции поддерживает интерпретацию буквы *A*, а не *I*, которая в свою очередь поддерживает восприятие слова *TRAP* (капкан), а не *TRIP* (поездка). Если имеет-

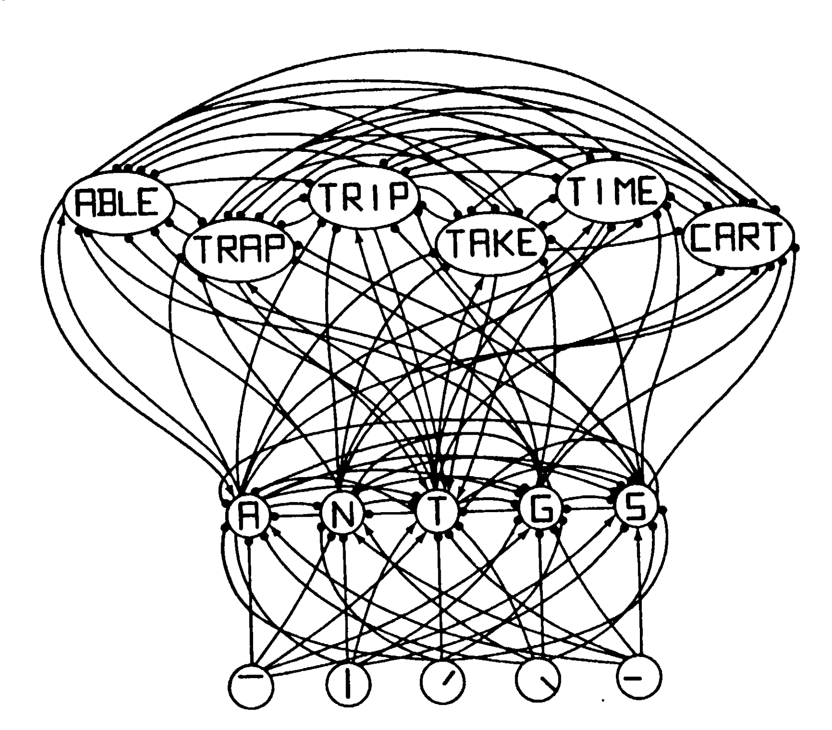


Рис. 2.29. Часть сети распознавания паттернов, предложенной Мак-Клелландом и Румельхартом (McClelland & Rumelhart, 1981) для представления распознавания слова путем расчета показателей нервной активности. Обозначенные стрелками связи (→) указывают возбуждающие связи в направлении стрелки. Стрелки с шариками на конце (–•) указывают тормозящие связи в направлении стрелки

ся доказательство для слова *TRAP*, это поддержит восприятие отдельных букв *T*, *R*, *A* и *P* в соответствующих позициях и особенностей, которые их формируют.

В такой системе активация будет накапливаться в одном слове, и это будет через торможение подавлять активацию других слов. Доминирующее слово будет поддерживать активацию составляющих его букв, и эти буквы подавят активацию альтернативных букв. Эффект схватывания слова обусловлен поддержкой, которую предоставляет слово составляющим его буквам. Вычисления, предложенные в диалоговой модели активации Мак-Клелланда и Румельхарта, чрезвычайно сложны, как и вычисления в любой модели обработки информации на нервном уровне. Однако они способны воспроизвести многие из результатов распознавания слов.

Эта модель предсказывает, что нисходящие влияния от контекста могут затрагивать фактическую чувствительность к буквам. Это очень отличается от модели Массаро, согласно которой влияния информации о контексте и стимуле объединяются независимо. Массаро (Massaro, 1989) утверждал, что модель *PDP* была слишком нечувствительна к влияниям информации о стимуле, которая противоречила информации о контексте. Он говорил это в связи с влиянием контекста на восприятие речи. В одном из его экспериментов испытуемые слышали фонему, которая изменялась на континууме от [r] до [l] в слоге, который начался либо с [t], либо с [s]. В английском языке только [r] может следовать за [t], и только [l] может следовать за [s]. Как в предыдущем исследовании, на испытуемых оказывали влияние и звук, и контекст, и они были склонны думать, что звучала фонема [r], когда звук был больше похож на [r] и когда он звучал в контексте [t].

Эти результаты отображены на рис. 2.30. Мак-Клелланд и Элман (McClelland & Elman, 1986) предложили модель *PDP* для этой задачи и назвали ее моделью *TRACE*. На рис. 2.30 также показан условный вариант видов полученных результатов. Как можно заметить, там также показаны влияния информации о стимуле и контексте. Однако наблюдается намного более сильное влияние контекста, чем то, на которое указывают эти данные. В контексте [s] модель *TRACE* подтверждает гипотезу [l] при очень высоких уровнях доказательств для [r] и затем происходит резкое изменение. В противоположном случае испытуемые изменяют свой выбор раньше, но более постепенно. Кривая *TRACE* для контекста [t] показывает противоположное влияние. Массаро делает вывод, что «взаимно активирующие модели не оптимальны, потому что позволяют системе обработки искажать информацию из окружающей среды выше разумных пределов» (р. 420).

Мак-Клелланд (McClelland, 1991) показал, что эта проблема с моделью взаимной активации могла бы быть легко решена с помощью допущения о том, что в каждый момент величина активации немного изменяется случайным образом. В таком случае модель прогнозирует постепенное переключение от восприятия одной буквы к другой и способна предсказать, как испытуемые комбинируют информацию о контексте и стимуле. Массаро и Коэн (Massaro & Cohen, 1991) ответили Мак-Клелланду, указав другие особенности, которые все же не может предсказывать эта пересмотренная модель. Модель Массаро очень хорошо описывает, как объединяется информация о стимуле и контексте. Однако модель *FLMP* относится к более высокому уровню описания, чем модели *PDP*, и не касается таких

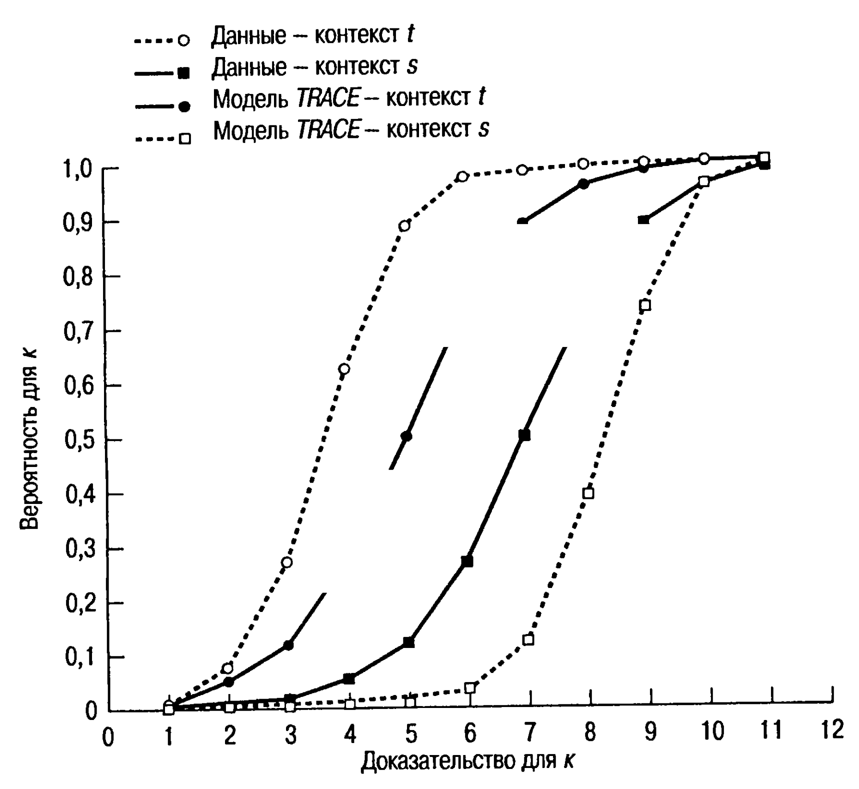


Рис. 2.30. Условная репрезентация ответов испытуемых в задаче на распознавание фонемы и условная репрезентация прогнозов по модели *TRACE* Мак-Клелланда и Элмана

деталей, как влияние обработки смежных букв на наше восприятие каждой из них. Справедливости ради следует признать, что коннекционистская модель подобно модели *PDP* может давать такие же результаты, и модель на рис. 2.29 дает нам некоторое представление о том, как это могло бы быть, но мы еще очень далеки от точного понимания того, как происходит обработка информации в такой сети.

Преимущество деталей в модели *PDP* очевидно и состоит в способе, которым она анализирует, как контекст оказывает влияние. Контекст для распознавания буквы *D* при условии, что она — часть слова, включает в себя набор букв, таких как *WOR_*. Эти буквы должны обрабатываться в то же время, когда воспринимается целевая буква *D*. Присутствие *D* в четвертой позиции будет влиять на восприятие этих букв так же, как их присутствие влияет на восприятие *D*. Нельзя отдельно оценивать контекст и доказательства для буквы, как это делается в модели Массаро. Один из случаев, когда имеют место такие взаимные влияния, — восприятие правильных несуществующих слов, например *MAVE* (McClelland & Johnston, 1977). Оказывается, что распознавание буквы *A* в таком контексте происходит почти так же хорошо, как когда это происходит в контексте слова типа *CAVE*. Причина этого в том, что имеется много слов, подобных *MAVE* (например, *MAKE* и *SAVE*), с буквой *A* в той же позиции. Каждое из этих слов облегчает вос-

приятие буквы *A*. Таким образом, даже при том, что контекст *M_VE* несовместим с буквой *A*, слово *MAVE* похоже на большое количество слов с буквой *A* во второй позиции, и это облегчает восприятие буквы *A*. Этот пример доказывает, что мы в самом деле не имеем контекста и стимула, а, скорее, четыре буквы, которые могут взаимно влиять на восприятие друг друга.

Модели *PDP* показывают, как вычисления на нервном уровне могут комбинировать информацию о стимуле и контексте, влияя на распознавание паттерна.

Выводы

Схематически изображение общего направления обработки перцептивной информации в случае зрения представлено на рис. 2.31. Восприятие начинается с энергии света, поступающего из внешней среды. Рецепторы, находящиеся на сетчатке, преобразовывают эту энергию в нервную информацию. Ранняя сенсорная обработка связана с начальным осмыслением информации. На рис. 2.31 проиллюстрированы три стадии, предложенные в модели Марра (Marr, 1982). Для получения того, что Марр называет *основным эскизом*, извлекаются особенности полученной информации. Эти особенности объединяются с информацией о глубине, чтобы получить представление о местоположении поверхностей в пространстве; это то, что Марр называет *эскизом 2½-D*. Чтобы сегментировать элементы на объекты, применяются определенные принципы организации; это *модель 3-D*. Наконец, инфор-



Рис. 2.31. Поток информации из окружающей среды к перцептивной репрезентации. Информация, указанная в кружках, обрабатывается в ходе сенсорных и перцептивных процессов, обозначенных стрелками

мация об особенностях объектов и общем контексте объединяется, чтобы опознать эти объекты. В результате обработки на этом уровне получается то, что мы осознаем в восприятии, которое является репрезентацией объектов и их местоположения в окружающей среде. Эта информация образует входные данные для когнитивных процессов более высокого уровня. Одно из положений, которое иллюстрирует рис. 2.31, состоит в том, что информация подвергается значительной обработке, прежде чем мы осознаем воспринимаемые объекты.

Замечания и рекомендуемая литература

Темы этой главы легко расширить до полного курса по восприятию; в большинстве колледжей предлагается по крайней мере один курс по этому материалу. Такие курсы особенно сосредоточиваются на том, что известно об основных сенсорных процессах. Имеется значительное количество физиологических данных об этих процессах, и могут быть установлены прямые связи между физиологией и психологическими переживаниями. К стандартным учебникам, обеспечивающим обширные обзоры исследований по ощущению и восприятию, относятся книги Голдштейна (Goldstein, 1999) и Блейка и Секулера (Blake & Sekuler, 1994). В нескольких главах книги под редакцией Косслина и Ошерсона (Kosslyn & Osherson, 1995) рассматриваются различные аспекты когнитивной науки о восприятии. Плаут и Фарах (Plaut & Farah, 1990) дают обзор физиологии распознавания объекта. Джеймс Гибсон (Gibson, 1950, 1966, 1979) разработал влиятельную теорию восприятия, весьма отличную от представленной здесь

ГЛАВА 3

Внимание и деятельность

В предыдущей главе речь шла о значительном параллелизме, характеризующем человеческое восприятие. Наши глаза и другие сенсорные системы одновременно обрабатывают информацию со всего сенсорного пространства. Но один из фундаментальных фактов человеческого познания состоит в том, что этот параллелизм не распространяется на всю систему. В этой главе представлены доказательства наличия в слуховой и зрительной системах «узкого места», в котором мы можем удерживать только одно выраженное словами сообщение в зоне нашего внимания или один объект в нашем поле зрения.

Имеются также веские доказательства существования пределов параллелизма со стороны моторной функции. Например, тогда как большинство из нас могут выполнять разные действия в одно и то же время, когда они включают в себя различные моторные системы, такие, например, как ходьба и жевание, мы испытываем трудности в выполнении двух действий сразу одной моторной системой. Так, даже при том, что у нас две руки, мы имеем только одну систему для движений руками, поэтому трудно заставить наши руки одновременно двигаться по-разному. Вспомните о знакомой задаче с похлопыванием своей головы и поглаживанием живота. По-видимому, одно из движений неизбежно доминирует, и мы прекращаем либо похлопывать голову, либо гладить живот. Многие моторные системы человека (для движений ног, для движений рук, для движений глаз и т. д.) могут работать независимо и раздельно, но трудно заставить любую из этих систем выполнять два действия в одно и то же время.

Психологи предположили, что у человека существует «узкое место» последовательной обработки информации (*serial bottleneck*), — точка, в которой больше невозможно продолжать обрабатывать различную информацию параллельно. Такое место, бесспорно, имеется к моменту, когда мы подходим к выполнению моторной задачи. Психологов заинтересовал вопрос: на каком этапе обработки информации находится это «узкое место» — прежде чем мы воспринимаем стимул, после того, как мы воспримем стимул, но прежде, чем мы подумаем о нем, или только перед выполнением моторной задачи? Здравый смысл подсказывает, что мышлению свойственна некоторая последовательность даже перед выполнением моторной задачи. Например, мы считаем по сути невозможным одновременно складывать и умножать две цифры. Тем не менее остается вопрос о том, где находятся «узкие места» в обработке информации. Теории, дающие разный ответ на этот

вопрос, называются теориями *раннего отбора* или *позднего отбора*, в зависимости от того, насколько рано или поздно, согласно этим теориям, возникает «узкое место». Это один из вопросов, изучаемых психологами, занимающимися вниманием. Везде, где имеется «узкое место», наши когнитивные процессы должны выбирать, на какие части информации обращать внимание и какие части игнорировать. Другой научный вопрос касается того, *как* мы выбираем, на что обращать внимание. Многие из этих проблем широко изучались в области слухового внимания. Именно с него мы и начнем наше обсуждение.

Существуют «узкие места» последовательной обработки информации, в которых невозможно выполнять действия параллельно.

Слуховое внимание

Многие исследования слухового внимании сосредоточились на *задаче дихотического слушания*. В типичном эксперименте на дихотическое слушание, показанном на рис. 3.1, на испытуемых надеты наушники. Они одновременно слышат два сообщения, по одному в каждое ухо, и их просят «оттенить» одно из двух сообщений (т. е. повторить слова только одного сообщения). Большинство испытуемых способны сосредоточить внимание на одном сообщении и не замечать другого.

Психологи (Cherry, 1953; Moray, 1959) обнаружили, что в задаче на выделение сообщения обрабатывается очень мало информации о сообщении, которое игнорировалось. После прослушивания сообщений испытуемые сообщают, что они могут различить, было ли игнорируемое сообщение человеческим голосом или шумом, был ли человеческий голос мужским или женским и менялся ли пол говорящего в течение тестирования. Но эта ограниченная информация — почти все, что они могут сообщить. Они не могут определить, на каком языке говорили, или вспомнить любое из сказанных слов, даже если много раз повторялось одно и то же слово. Часто проводится аналогия между выполнением этой задачи и вечеринкой с коктейлем, где гость настраивается на одно сообщение (беседу) и не обра-



Рис. 3.1. Типичная задача на выделение сообщения. Различные сообщения предъявляются в левое и правое ухо, и испытуемые пытаются «оттенить» сообщения в одном ухе (Lindsay & Norman 1977)

щает внимания на другие. Это исследование в основном свидетельствует в пользу теории раннего выбора, так как информация выбирается прежде, чем сообщение подвергнется какой-либо обработке.

Теория фильтра

Чтобы объяснить эти результаты, Бродбент (Broadbent, 1958) предложил теорию раннего отбора, названную *моделью с фильтрацией.* Основное допущение в этой модели состоит в том, что сенсорная информация проходит через систему, пока не достигает «узкого места». В этой точке человек на основе некоторой физической характеристики выбирает, которое сообщение обрабатывать. Человека просят не обращать внимания на другую информацию. В случае задачи на дихотическое слушание предполагалось, что регистрировались сообщения, поступающие к обоим ушам, но что в некоторой точке испытуемый выбирал одно ухо для слушания. В случае вечеринки с коктейлем мы выбираем, за каким голосом следить, на основе какой-либо физической характеристики, например высоты голоса говорящего.

Важнейшая особенность первоначальной модели с фильтрацией Бродбента состоит в предположении о том, что мы выбираем сообщение для обработки на основе физических характеристик, таких как ухо или высота голоса. В этом есть некоторый смысл с точки зрения нейрофизиологии. Сообщения, приходящие от двух ушей, передаются по разным нервам. Различные нервы также передают различные частоты от каждого уха. Таким образом, мы могли бы вообразить мозг, в некотором роде «обращающий внимание» на определенные нервы. В слуховой коре есть ячейки, которые активны, только когда животное обращает внимание на слуховой стимул (Hubel, Henson, Rupert & Galambos, 1959). Их можно было бы рассматривать как клетки, которые «обращают внимание».

Первичные слуховые области коры (часть височной коры, скрытая в сильвиевой борозде, — 41-е и 42-е поля Бродмана) демонстрируют усиленную реакцию на слуховые сигналы, приходящие от уха, которым человек внимательно слушает. Регистрируя ССП и *ERF*, Уолдорф и коллеги (Woldorff et al., 1993) показали, что эти реакции отмечаются между 20 и 50 мс после начала предъявления стимула. Усиленные реакции вызываются намного быстрее при слуховой обработке, чем в момент, когда могут быть идентифицированы голос говорящего или значение сообщения. Кажется, что слушающий может усилить слуховой сигнал, приходящий от уха, которым он решил слушать внимательно.

Результаты, подобные этим, ясно указывают на то, что люди могут обращать внимание на сообщение на основе физических характеристик. Но есть доказательства того, что мы можем также выбирать сообщения для обработки на основе их семантического содержания. Например, на вечеринке с коктейлем мы можем следить за одной беседой, но наше внимание внезапно переключится, когда мы услышим, что наше имя упомянуто в другой беседе (Moray, 1959). В нескольких демонстрационных экспериментах испытуемые показали, что они способны на основе семантического содержания выбрать, за каким сообщением следить.

В одном исследовании Грей и Уэддерберн (Gray & Wedderburn, 1960), в то время студенты Оксфордского университета, продемонстрировали, что испытуемые



Рис. 3.2. Иллюстрация задачи на выделение сообщения в эксперименте Грея и Уэддерберна. Испытуемый следит за значимым сообщением, когда оно перемещается от уха к уху (адаптировано из: R. L. Klatzky, *Human memory. 1st Edition, W. H. Freeman and Co.* © 1975)

весьма успешно следили за сообщением, которое перескакивало из одного уха в другое. На рис. 3.2 проиллюстрирована задача для испытуемых в их эксперименте. Предположим, что часть значимого сообщения, которую испытуемые должны были «оттенять», была *собаки вычесывают блох*. Сообщение в одном ухе могло бы быть *собаки шесть блох*, в то время как сообщение в другом могло бы быть *восемь вычесывают два*. Получив инструкцию «оттенить» значимое сообщение, испыту-



Рис. 3.3. Иллюстрация эксперимента Трейсман. Значимое сообщение перемещается в другое ухо, а испытуемый иногда продолжает «оттенять» его вопреки инструкциям (адаптировано из: R. L. Klatzky, *Human memory. 1st Edition, W. H. Freeman and Co.* © 1975)

емые сообщат: *собаки вычесывают блох.* Таким образом, испытуемые скорее способны к выделению сообщения на основе значения, чем на основе того, что каждое ухо физически слышит.

Трейсман (Treisman, 1960) рассматривала ситуацию (см. рис. 3.3), в которой испытуемые были проинструктированы «оттенить» определенное ухо. Сообщение в ухе, которое нужно было «оттенять», являлось значимым до некоторого момента, после чего оно превращалось в случайную последовательность слов. Одновременно значимое сообщение «перескакивало» в другое ухо — то, на которое испытуемый не обращал внимания. Некоторые испытуемые вопреки инструкции переключались на другое ухо и продолжали следить за значимым сообщением. Другие испытуемые продолжили следить за ухом, которое они «оттеняли». Таким образом, по-видимому, иногда люди используют физическое ухо, чтобы выбрать, за каким сообщением следить, а иногда они выбирают семантическое содержание.

Модель с фильтрацией Бродбента предполагает, что мы используем физические особенности, чтобы выбрать сообщение для обработки, но было показано, что испытуемые также способны использовать семантическое содержание.

Теория ослабления и теория позднего отбора

Чтобы разобраться с результатами экспериментов, Трейсман (Treisman, 1964) предложила модификацию модели Бродбента, которая стала известна как *теория ослабления.* Эта модель предполагала, что некоторые сообщения будут ослабляться, но не игнорироваться полностью на основе их физических свойств. Так, в задаче на дихотическое слушание испытуемые минимизировали сигнал от игнорируемого уха, но не исключали его. Семантические критерии отбора могли применяться ко всем сообщениям, независимо от того, были они ослаблены или нет. Если сообщение было ослаблено, было тяжелее применить эти критерии отбора, но это все еще было возможно, как в эксперименте Грея и Уэддерберна. Трейсман (в личном общении) подчеркивает, что в ее эксперименте 1960 г. большинство испытуемых фактически продолжали «оттенять» то ухо, котором им было приказано слушать. Им было легче следить за неослабленным сообщением, чем применить семантические критерии, чтобы переключить внимание на ослабленное сообщение.

Альтернативное объяснение предложили Дойч и Дойч (Deutsch & Deutsch, 1963) в своей *теории позднего отбора.* Они предположили, что вся информация обрабатывалась полностью неослабленной. Вместо допущения о каких-либо ограничениях возможностей в перцептивной системе они предположили, что имелись ограничения возможностей в системе реагирования. Они утверждали, что люди могут одновременно воспринимать различные сообщения, но что они могут «оттенять» только по одному сообщению. Таким образом, испытуемые нуждаются в некотором основании, чтобы выбрать, какое сообщение «оттенять». Если испытуемые используют в качестве критерия значение (либо в соответствии с инструкцией, либо вопреки ей), они переключатся на другое ухо, чтобы следить за сообщением. Если испытуемые используют первоначальное ухо при решении о том, на что обращать внимание, то они будут «оттенять» надлежащее ухо.

Различие между этими двумя теориями проиллюстрировано на рис. 3.4, взятом из работы Трейсман и Геффена (Treisman & Geffen, 1967). Обе модели пред-

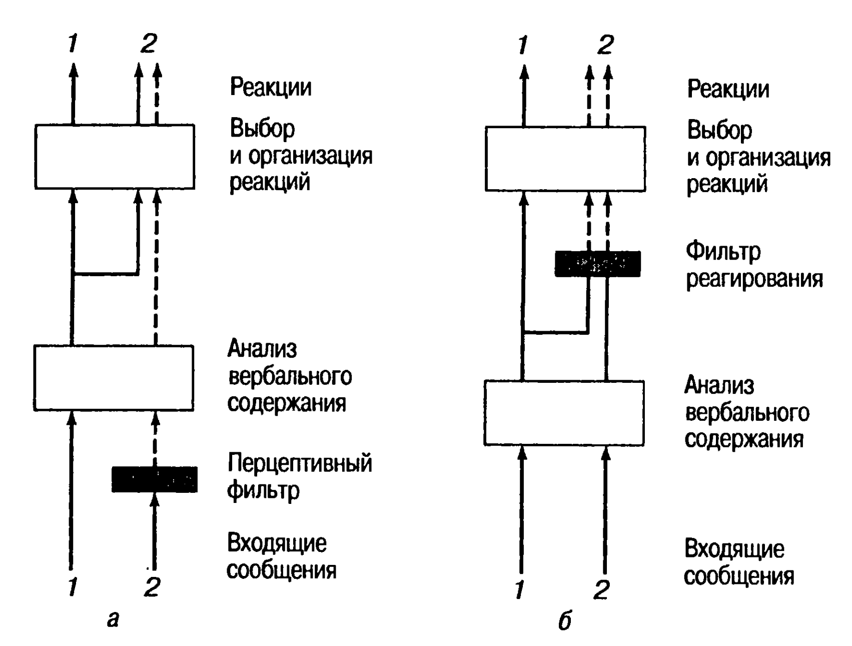


Рис. 3.4. Данная Трейсман и Геффеном (Treisman & Geffen, 1967) иллюстрация ограничений внимания, обусловленных: *а* — перцептивным фильтром и *б* — фильтром реагирования (воспроизведено с разрешения *Quarterly Journal of Experimental Psychology*)

полагают, что имеется некоторый фильтр, или «узкое место», в обработке информации. Теория Трейсман (в части *а*) предполагает, что фильтр выбирает, на какое сообщение обращать внимание, тогда как теория Дойча и Дойча (в части *б*) предполагает, что фильтрация происходит после того, как подверглось анализу вербальное содержание перцептивного стимула. Трейсман и Геффен (Treisman & Geffen, 1967) попытались преодолеть разногласие между двумя этими теориями. Они использовали задачу на дихотическое слушание, в которой испытуемые должны были оттенить одно сообщение, но также обрабатывать оба сообщения для целевого слова. Если они слышали целевое слово, то должны были реагировать стуком. Согласно теории позднего отбора, проходят сообщения от обоих ушей, и испытуемые должны быть способны обнаружить критическое слово одинаково хорошо в любом ухе. Напротив, теория ослабления предсказывала намного меньшую вероятность обнаружения в не «оттеняемом» ухе, потому что сообщение будет ослаблено. Фактически испытуемые обнаруживали 87 % целевых слов в «оттеняемом» ухе и только 8 % в не «оттеняемом» ухе. Другие данные, согласующееся с теорией ослабления, сообщаются в работах Трейсман и Райли (Treisman & Riley, 1969) и Джонстона и Хайнца (Johnston & Heinz, 1978).

Хотя игнорируемая слуховая информация обрабатывается недостаточно хорошо, по-видимому, испытуемые способны к удержанию такой информации в течение коротких периодов. Глюксберг и Коуэн (Glucksberg & Cowan, 1970) предъявляли испытуемым два устных сообщения, по одному на каждое ухо. Испытуемых просили «оттенить» сообщение, которое, как им было сказано, подавалось в одно

ухо. Время от времени экспериментатор произносил цифру в ухо, которое не было «оттененным». Они останавливали испытуемого и спрашивали, слышал ли он цифру. Это происходило так же как в эксперименте Трейсман и Геффена на отбор, за исключением того, что испытуемым явно давалась подсказка, чтобы вспомнить целевой объект из игнорируемого уха. Глюксберг и Коуэн обнаружили, что, если они спрашивали испытуемых сразу после того, как произносились цифры, испытуемые все еще могли с некоторым успехом обнаружить цифру. Они были способны вспомнить цифры в течение более чем 25% времени, если подсказка давалась немедленно, тогда как доля спонтанного обнаружения составляла лишь 5%. Результаты резко снижались в течение первых двух секунд и по истечении пяти секунд достигали точки, в которой способность испытуемых обнаружить цифру была не больше, чем при спонтанном обнаружении. Таким образом, исследователи сделали вывод, что информация в игнорируемом сообщении доступна в течение короткого периода времени, но утрачивается в пределах пяти секунд. Найссер (Neisser, 1967) назвал систему, которая удерживает необработанную слуховую информацию, эхоической памятью. Если на материал в этой памяти быстро не обратить внимания, он будет потерян.

Мы можем выбирать слуховое сообщение для обработки на основе физических свойств. Если мы быстро не проявим внимания к сообщению, оно будет потеряно.

Заключение

Подводя итог обсуждению слухового внимания, можно сказать, что мы, по-видимому, выбираем объект внимания на основе таких физических свойств сообщения, как местоположение или ухо. Физиологические данные свидетельствуют о том, что мы усиливаем это сообщение и, таким образом, в действительности ослабляем альтернативные сообщения. Альтернативные сообщения не блокированы полностью и поэтому способны привлечь к себе внимание, если они физически заметны (громкий шум), особенно важны (наше имя) или совпадают с сообщением, которое мы обрабатываем («переключая уши», чтобы следить за значимым сообщением).

Зрительное внимание

«Узкое место» при зрительной обработке информации даже более очевидно, чем при слуховой обработке информации. Как мы видели в предыдущей главе, острота зрения меняется на различных участках сетчатки, с максимальной остротой в очень маленькой области, называемой центральной ямкой. Хотя наши глаза регистрируют значительную часть поля зрения, наша центральная ямка регистрирует только маленькую часть этого поля. Таким образом, при выборе точки для фиксации взгляда мы также подключаем максимальные зрительные ресурсы для обработки отдельной части поля зрения и «ослабляем» ресурсы, привлекаемые к обработке других частей поля зрения. Обычно мы проявляем внимание к той части поля зрения, на которой мы фиксируем взгляд. Например, когда мы читаем, мы перемещаем наши глаза так, чтобы фиксировать взгляд на тех словах, на которых сосредоточено наше внимание.

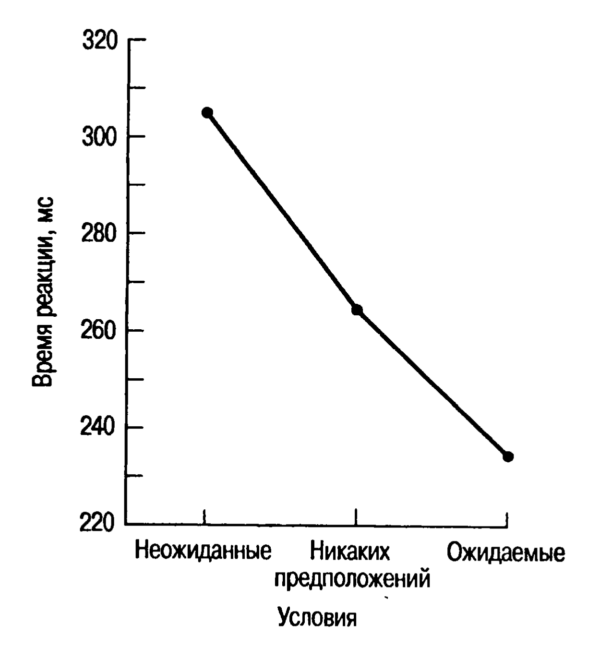


Рис. 3.5. Время реакции на ожидаемые, неожиданные и нейтральные (никакого ожидания) сигналы, которые возникают на 7° левее или правее точки фиксации (Posner, Nissen, & Ogden, 1978)

Но центр зрительного внимания не всегда идентичен части поля зрения, обрабатываемой центральной ямкой. Испытуемые могут быть проинструктированы, чтобы фиксировать взгляд на одной части поля зрения (там, где находится ямка) и сосредоточивать внимание на другой (нефовеальной) области поля зрения. В одном эксперименте Познер, Ниссен и Огден (Posner, Nissen, & Ogden, 1978) предлагали испытуемым фиксировать взгляд в одной точке и затем предъявляли им стимул на 7° левее или правее точки фиксации. В некоторых попытках испытуемых предупреждали, с какой стороны может появиться стимул, а в других попытках такого предупреждения не было. Когда давалось предупреждение, оно подтверждалось в течение 80% времени, но 20% времени стимул появлялся на неожиданной стороне. Познер с коллегами наблюдали за движениями глаза и учитывали только те попытки, в которых глаза оставались в точке фиксации. На рис. 3.5 показано время оценки стимула, если он появляется в ожидаемом месте (80%), если испытуемому не дали подсказку (50%) или если стимул находится в неожиданном месте (20%). Испытуемые способны переключать внимание с одной точки на другую, при том что они реагируют на стимулы быстрее, когда стимул появляется в ожидаемом месте, и медленнее, когда он появляется в неожиданном месте.

Познер, Снайдер и Дэвидсон (Posner, Snyder, & Davidson, 1980) обнаружили, что испытуемые могут обращать внимание на позиции до 24° от центральной ямки. Хотя в экспериментах, подобных этим, зрительное внимание может быть переключено без движения глаз, испытуемые обычно перемещают глаза так, чтобы их центральная ямка обрабатывала часть поля зрения, на которую они обра-

щают внимание. Познер (Posner, 1988) указывает, что успешный контроль движений глаз требует, чтобы мы обращали внимание на места вне центральной ямки. То есть мы должны обратить внимание на интересующую нас нефовеальную область и идентифицировать ее так, чтобы перенести взгляд для фиксации на этой области, что позволит достичь максимальной остроты при обработке информации из этого места. Таким образом, сдвиг внимания часто предшествует соответствующему движению глаз.

Мы обращаем внимание на отдельную часть поля зрения и обычно (но не всегда) фиксируем взгляд на части поля зрения, на которую мы обращаем внимание.

Метафора прожектора

Одна из разновидностей теорий рассматривает зрительное внимание, как будто это прожектор, который мы можем направлять в разные стороны, чтобы сфокусироваться на различных частях нашего поля зрения. Исследование размера луча этого «прожектора» говорит о том, что площадь его охвата, измеренная в градусах угла зрения, может варьироваться (Erikson & St. James, 1986; Erikson & Yeh, 1987). Чем большую часть поля зрения он охватывает, тем хуже он может обрабатывать информацию с любой части поля зрения. Но «прожектор» может быть сфокусирован так, чтобы охватывать лишь небольшой угол зрения (Erikson & Erikson, 1974; Erikson & Hoffman, 1972). Сужение «прожектора» приводит к максимальной обработке соответствующей части поля зрения, но если человек хочет обрабатывать материал в других частях поля зрения, необходимо переместить центр внимания, а это требует времени. Так, причина того, что испытуемые дольше реагируют на стимул в условиях 20 %-ной неожиданности в эксперименте Познера с коллегами (см. рис. 3.5), состоит в том, что испытуемые должны перенести внимание с позиции, на которой оно сфокусировано, на какую-либо другую.

Эксперимент Лаберджа (LaBerge, 1983) иллюстрирует последствия сосредоточения на одной части зрительного массива. Он предъявлял испытуемым последовательность из пяти букв, которые были видны под углом приблизительно 1,77°. Испытуемые обычно видели набор букв, например *LACIE*, и их просили оценить, стои́т ли средняя буква в начале алфавита (в данном случае буква *C* удовлетворяет этому условию) или в конце. Таким образом, внимание испытуемого удерживалось на средней букве. Но угол зрения был настолько мал, что все буквы находились в пределах центральной ямки. Иногда испытуемые видели стимул типа + 7 + + +, который состоял из четырех плюсов и одного объекта. Испытуемые должны были оценить, был ли этот объект цифрой «7» или одним из двух дистракторов (*T* и *Z*). Это были критические попытки, и Лаберджа интересовала скорость оценки как функция расстояния от центра внимания. На рис. 3.6 показаны полученные результаты. Испытуемые быстрее оценивали объекты в центре и приблизительно на 50 мс медленнее — на периферии. Следует помнить, что все эти объекты находились в пределах центральной ямки, но внимание дифференцированно распределялось вокруг этой области.

Чтобы обрабатывать сложную зрительную ситуацию, необходимо перемещать центр нашего внимания по полю зрения, чтобы следить за зрительной информацией. Это похоже на то, как мы «оттеняем» беседу. Найссер и Беклен (Neisser &

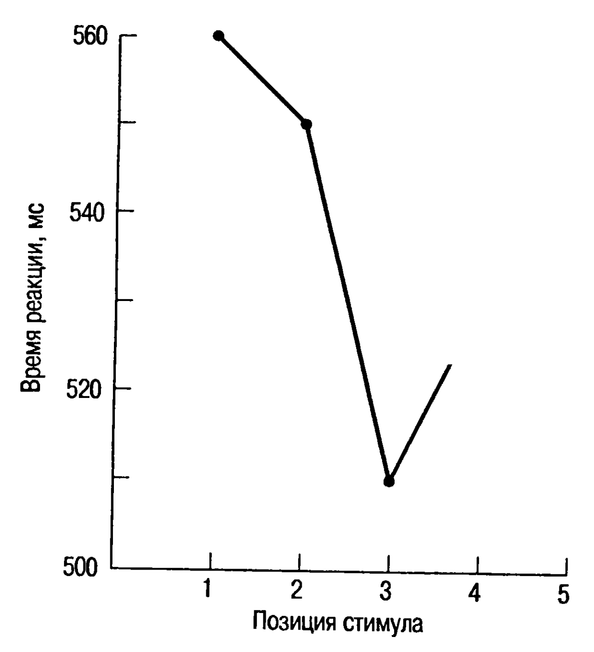


Рис. 3.6. Результаты исследования Лабержа (LaBerge, 1983): время реакции на стимул, когда внимание сосредоточено на третьей букве из предъявлявшейся последовательности букв

Becklen, 1975) представили зрительный аналог слуховой задачи на выделение стимула. Они предлагали испытуемым просмотреть две видеозаписи, наложенные друг на друга. На одной два человека играли в «ладошки», где нужно успеть хлопнуть партнера по рукам, а на другой несколько человек играли с мячом. На рис. 3.7 показано, как ситуация выглядела для испытуемых. Им была дана инструкция обращать внимание на один из двух эпизодов и отмечать странные события, такие как рукопожатие двух игроков, играющих в «ладошки». Они были способны весьма успешно следить за одним эпизодом и сообщали о том, что они не замечали другого эпизода. Когда испытуемых просили следить за странными событиями в обоих эпизодах, они испытывали большие затруднения и пропускали очень много критических событий.

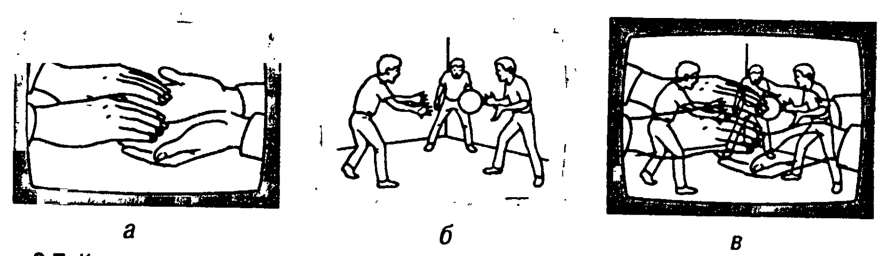


Рис. 3.7. Кадры из двух фильмов, использованных Нейссером и Бекленом (Neisser & Becklen, 1975): *а* — фильм с игрой в «ладошки»; *б* — фильм о баскетболе; *в* — два изображения, наложенные друг на друга (Neisser & Becklen, 1975. Воспроизведено с разрешения Academic Press)

Как отмечают Найссер и Беклен, эта ситуация включала в себя интересную комбинацию использования физических признаков и признаков содержания. Испытуемые перемещали взгляд и внимание так, что критические аспекты события, за которым было нужно следить, попадали на центральную ямку и в центр их «прожектора» внимания. С другой стороны, они понимали, как перемещать взгляд, чтобы следить только за одним событием, зная содержание события, которое они обрабатывали. Таким образом, физические признаки облегчают обработку критического эпизода, который в свою очередь помогает понять, куда переместить глаза, чтобы получить больше физических признаков для обработки эпизода, и т. д.

Испытуемые могут сосредоточивать внимание на участке поля зрения размером лишь в несколько градусов и перемещать центр внимания по полю зрения, чтобы обрабатывать информацию о значимом событии.

Нервные механизмы зрительного внимания

Нервные механизмы, лежащие в основе зрительного внимания, очень похожи на нервные механизмы, лежащие в основе слухового внимания. Как слуховое внимание, направленное к одному уху, усиливает сигнал в кору от этого уха, так и зрительное внимание, направленное к определенному месту в пространстве, усиливает сигнал, посылаемый от этого места в кору. Если человек обращает внимание на определенное место в пространстве, в пределах 70–90 мс после начала стимула появляется отчетливая реакция нейронов зрительной коры (по данным, полученным с помощью записи ССП) С другой стороны, когда испытуемый обращает внимание на особенности более высокого порядка (обращать внимание на кресла, а не стулья), мы не наблюдаем ответа дольше, чем 200 мс.

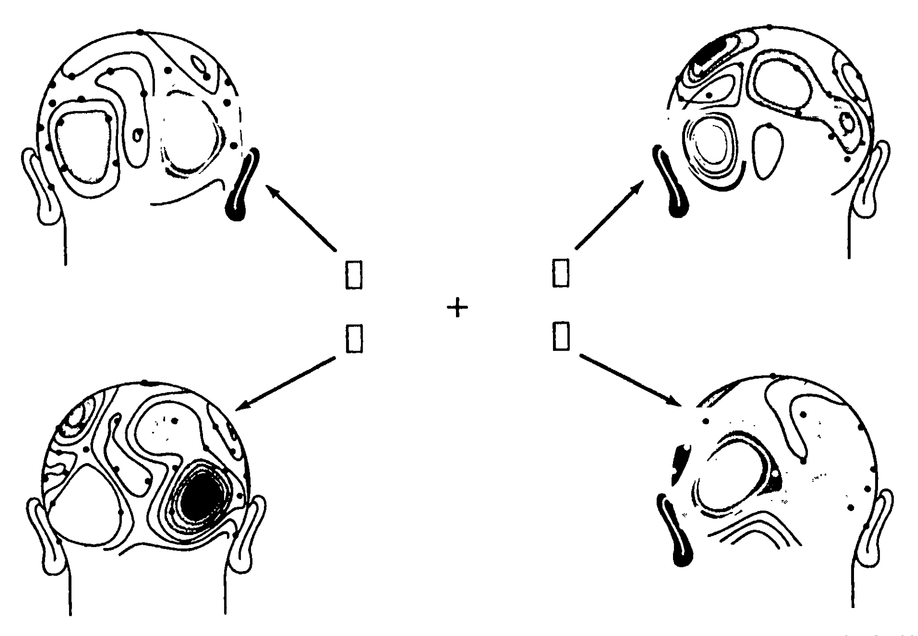


Рис. 3.8. Карты плотности ССП (указаны стрелками) для четырех стимулов (Mangun, Hillyard, & Luck, 1993)

Мэнган, Хиллиард и Лак (Mangun, Hillyard, & Luck, 1993) предлагали испытуемым оценить длину полос, предъявленных в различных позициях от точки фиксации (выше и левее, выше и правее, ниже и левее, ниже и правее). Они фиксировали изменения в записи ССП в различных местах задней части черепа. На рис. 3.8 показано распределение активности по черепу, когда испытуемые обращают внимание на различные области зрительного массива (при фиксации взгляда в центре экрана). Согласно топографической организации зрительной коры, мы видим самую большую активность с той стороны черепа, которая находится на противоположной стороне по отношению к участку поля зрения, на котором появляется объект. Вспомните, что зрительная кора (в задней части головы) организована топографически и каждая часть поля зрения (левая или правая) представлена в противоположном полушарии. Таким образом, по-видимому, имеется усиление нервной обработки в части зрительной коры, соответствующей местоположению объекта зрительного внимания.

Кажется, что электрофизиологические данные согласуются с моделью раннего отбора. Испытуемые, очевидно, выбирают стимулы, на которое нужно обращать внимание в зрительной или слуховой сфере на основе физических свойств, в частности на основе местоположения. Тогда как же испытуемые находят объект со специфическими свойствами более высокого порядка типа лица друга в толпе? В этом случае, они, по-видимому, должны просмотреть различные местоположения в поисках того, которое имеет желаемые свойства. Многие из исследований зрительного внимания были направлены на то, чтобы выяснить, как люди осуществляют такой поиск. В дальнейших разделах данной главы мы обсудим этот процесс поиска.

Когда люди обращают внимание на определенное местоположение, усиливается нервная обработка в областях зрительной коры, соответствующих этому местоположению.

Зрительная сенсорная память

Ранее мы рассмотрели доказательства того, что в каждый отдельный момент мы можем следить только за одним объектом, находящимся в поле нашего зрения. Если нам визуально предъявлять множество объектов, таких как буквы на рис. 3.9, и мы будем пытаться кодировать их, большинство из нас сообщат, что нужно было просмотреть все множество объектов по одному. Это выглядит так, как будто наше внимание перебирает это множество по одной букве. А что, если это множество предъявляется на очень короткий промежуток времени? Было проведено много исследований с кратковременным предъявлением таких множеств, как на рис. 3.9,

X	M	R	J
C	N	K	P
V	F	L	B

Рис. 3.9. Пример стимульного материала, используемого в эксперименте на зрительный отчет. Этот стимул на короткое время предъявляется испытуемым, а затем их просят сообщить о буквах, которые он содержит

и они пролили свет на то, как люди кодируют подобную информацию. Типичное испытание в таком эксперименте начинается с того, что испытуемого просят фиксировать взгляд на точке на чистом белом поле. Заставив испытуемого фиксировать взгляд таким образом, экспериментатор может управлять тем, на чем испытуемый фокусируется при предъявлении стимула. Стимул визуально демонстрируется в том месте, на которое смотрит испытуемый. После короткой экспозиции (например, 50 мс) стимул удаляется. В данных экспериментах буквы (такие, как на рис. 3.9) предъявляются на короткое время, после чего испытуемых просят вспомнить как можно больше букв. Обычно испытуемые способны сообщить три, четыре, пять или, самое большее, шесть объектов. По отчетам испытуемых, они осознают, что имелось большее количество объектов, но эти объекты исчезали, прежде чем они могли обратить на них внимание и сообщить о них.

Важная методологическая разновидность этой задачи была представлена Сперлингом (Sperling, 1960). Он представил множества, состоящие из трех рядов по четыре буквы, таких как на рис. 3.9. Сразу после прекращения предъявления стимула испытуемому давали сигнал обратить внимание только на один ряд демонстрировавшегося стимула и сообщить только о буквах в этом ряду. Сигналы подавались в форме дифференцированных тонов (высокий тон для верхнего ряда, средний — для среднего, и низкий — для нижнего). Метод Сперлинга назывался *процедурой с частичным отчетом* в отличие от *процедуры с полным отчетом*, которая использовалась до тех пор. Испытуемые были способны вспомнить все объекты или большинство объектов ряда из четырех букв. Поскольку испытуемые не знали заранее, какой ряд нужно будет вспоминать, Сперлинг утверждал, что большинство пунктов или все из них должны храниться в кратковременной зрительной памяти определенного типа. В зависимости от сигнала после визуального предъявления, они могли обратить внимание на определенный ряд в их кратковременной зрительной памяти и сообщить о цифрах в этом ряду. Причина, по которой испытуемые не могли сообщить о большем количестве объектов в процедуре с полным отчетом, состояла в том, что эти объекты исчезали из памяти данного типа, прежде чем испытуемые могли обратить на них внимание. Таким образом, зрительное внимание может применяться к объектам кратковременной памяти данного типа точно так же, как и к самим объектам восприятия.

В только что описанной процедуре тоновый сигнал предъявлялся сразу после демонстрации. Сперлинг также изменял длину задержки между прекращением демонстрации и предъявлением тона. Результаты, которые он получил, в показателях количества воспроизведенных букв представлены на рис. 3.10. По мере того как задержка увеличивается до одной секунды, результаты испытуемых возвращаются к тем, которые ожидались бы при первоначальной процедуре с полным отчетом, и становятся равными четырем или пяти объектам. То есть испытуемые вспоминают приблизительно третью часть объектов из ряда, на который указывает тоновый сигнал, что равно третьей части объектов из всех трех рядов в процедуре с полным отчетом. Таким образом, кажется, что память о фактической демонстрации очень быстро угасает и по существу утрачивается к концу одной секунды. Все, оставшееся после секунды, это то, на что испытуемый успел обратить внимание и что успел преобразовать в более постоянную форму.

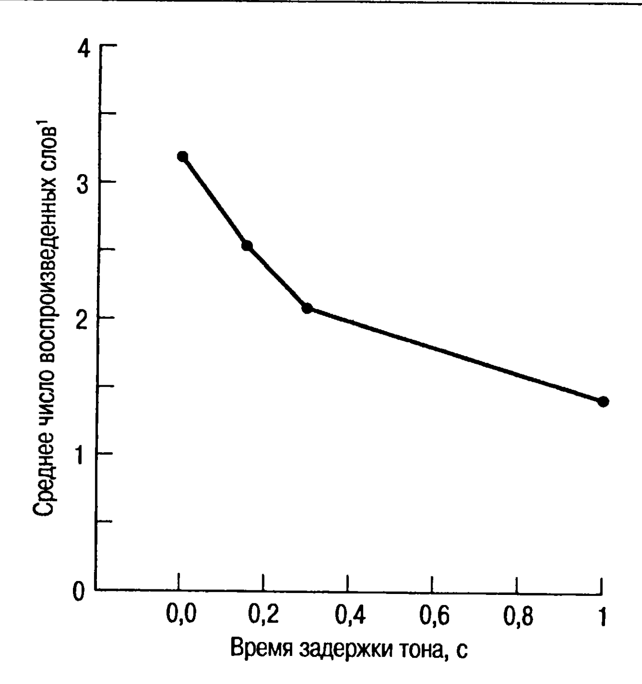


Рис. 3.10. Результаты эксперимента Сперлинга. По мере увеличения задержки тона, сигнализирующего о том, цифры какого ряда нужно вспомнить, количество букв уменьшается (адаптировано из: Sperling, 1960)

Эксперименты Сперлинга указывают на существование кратковременного *зрительного сенсорного хранилища* — памяти, которая может эффективно удерживать всю информацию при визуальном предъявлении. Пока информация удерживается в этом хранилище, испытуемый может сосредоточивать на ней внимание и сообщать о ней. Это сенсорное хранилище, по-видимому, носит зрительный характер. В одном эксперименте, показывающем зрительный характер сенсорного хранилища, Сперлинг (Sperling, 1967) изменял постэкспозиционное поле (поле зрения после предъявления стимула). Он обнаружил, что, когда постэкспозиционное поле было светлым, сенсорная информация сохранялась в течение только одной секунды, но когда это поле было темным, она сохранялась в течение целых пяти секунд. Таким образом, яркое постэкспозиционное поле склонно «вымывать» из памяти предъявлявшийся материал. Кроме того, предъявление после демонстрации других символов эффективно «переписывает» результаты первой демонстрации и таким образом уничтожает память о первом наборе букв. Найссер (Neisser, 1967) назвал кратковременную зрительную память, обнаруженную в этих экспериментах, *иконой*. Если на эту информацию не обращать внимания и не обрабатывать ее дальше, она будет утеряна. Эта иконическая память подобна эхоической памяти в слуховой системе. То есть она кратковременно удерживает информацию так, чтобы эта информация была доступна, если на нее обратить внимание.

---

[1] Под «словом» (единицей по оси ординат графика), очевидно, следует понимать четыре буквы. — *Примеч. перев.*

Иконическая память кажется вполне сенсорной по своей природе и даже мо жет отражать активацию систем нейронов, ответственных за раннюю зрительну обработку. Например, Сакитт (Sakitt, 1976) утверждала, что икона расположе на преимущественно в фоторецепторах сетчатки глаза. Она показала, что многи свойства чувствительности и временных свойств иконического образа отражаю свойства палочек — фоторецепторов глаза, ответственных за ночное видение. Так в результате проведенного анализа она сделала вывод, что икона очень похожа н послеобраз, который возникает ночью в ответ на яркий свет. Хабер (Haber, 1983 подверг сомнению релевантность иконы для нормального зрительного восприя тия, поскольку мы обычно не воспринимаем мир такими краткими мгновениями Чтобы наглядно представить свою точку зрения, он утверждал, что икона буде релевантна лишь при чтении во время молнии. Другие считали, что нервные про цессы, которые лежат в основе иконы, протекают вне сетчатки. Колтхарт (Col theart, 1983) утверждает, что иконы имеют место тогда, когда нет никаких осно ванных на деятельности палочек послеобразов, и что эти иконы играют важну роль в каждодневной обработке информации.

Парадигма Сперлинга наиболее часто интерпретируется в терминах информа ции, которую она дает о продолжительности зрительной иконической памяти. Н она по крайней мере так же значима в терминах информации, которую она дает том, насколько быстро внимание может перемещаться по иконической памяти кодировать объекты. Зрительное внимание должно перемещаться по этой зри тельной иконе, сосредоточиваясь в различных местах, чтобы кодировать буквы Если мы предполагаем, что иконическая память действует приблизительно одн секунду и что за эту секунду могут кодироваться четыре объекта, предполагаетс что для переноса внимания с одного объекта на другой нужно ¼ секунды.[1]

Зрительная информация удерживается в кратковременной зрительной сенсорной памяти, где мы можем сосредоточивать внимание на содержащихся в ней объектах и обрабатывать их.

Распознавание паттернов и внимание

Трейсман (Treisman & Gelade, 1980) в своей *теории интеграции особенносте* предположила, что люди должны сосредоточивать внимание на стимуле, прежд чем смогут синтезировать его особенности в паттерн. Именно из-за этого внима ние должно перемещаться от объекта к объекту в парадигме Сперлинга. Один экс перимент, демонстрирующий это, был проведен Трейсман и Геладом (Treisman Gelade, 1980). Они давали испытуемым инструкцию пытаться обнаружить букв *T* в множестве 30 *I* и *Y* (рис. 3.11, *а*). Они допустили, что испытуемые могли б делать это, просто ища перекладину в букве *T*, которая отличает ее от всех *I* и У испытуемых уходило приблизительно 400 мс на то, чтобы принять это решени Трейсман и Гелад также просили испытуемых обнаружить *T* в множестве *I* и таком как на рис. 3.11, *б*. При этом условии они не могли использовать только вер тикальную или горизонтальную черту в букве *T*; они должны были искать соеди нение этих особенностей и выполнять комбинацию особенностей, требующую

[1] Вероятно, это завышенная оценка продолжительности иконы и времени кодирования буквы (с *Anderson, Matessa, & Lebiere*, 1997). — *Примеч. авт.*

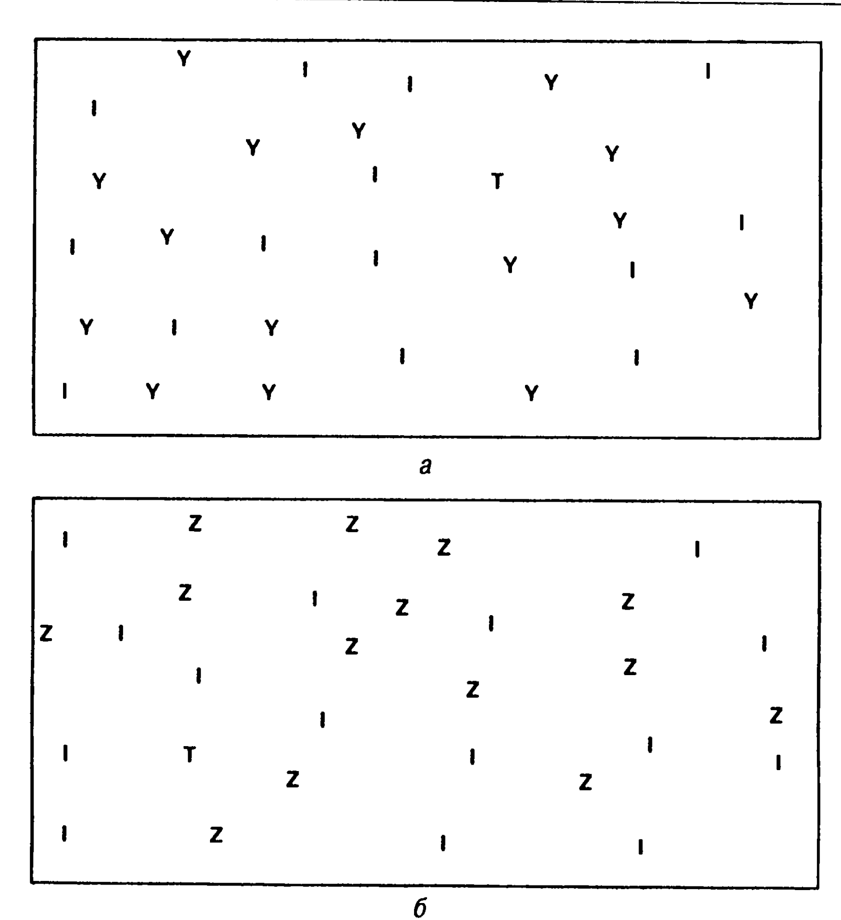


Рис. 3.11. Стимулы, используемые Трейсман и Геладом (Treisman & Gelade, 1980). Испытуемым легче обнаружить *T* в таком множестве, как показано в части *а*, чем в таком множестве, как показано в части *б*

для распознавания паттерна. Испытуемым требовалось более 800 мс, чтобы принять решение. Таким образом, при условии распознавания соединения особенностей требовалось приблизительно на 400 мс больше, чем при условии, когда достаточно воспринять отдельную особенность. Кроме того, когда Трейсман и Гелад изменили размер демонстрируемого стимула, они обнаружили, что на испытуемых намного больше влиял размер демонстрируемого стимула при условии распознавания соединения особенностей. Эти результаты показаны на рис. 3.12.

Может показаться удивительным, что внимание требуется для обнаружения паттернов особенностей, которые определяют обычные буквы. Часто создается впечатление, что буквы распознаются автоматически. Но следует отметить, что для знакомых букв дефицит в восприятии соединений особенностей становится очевидным только при масштабных демонстрациях, когда груз обработки становится достаточно большим, чтобы обнаружилась нехватка внимания.

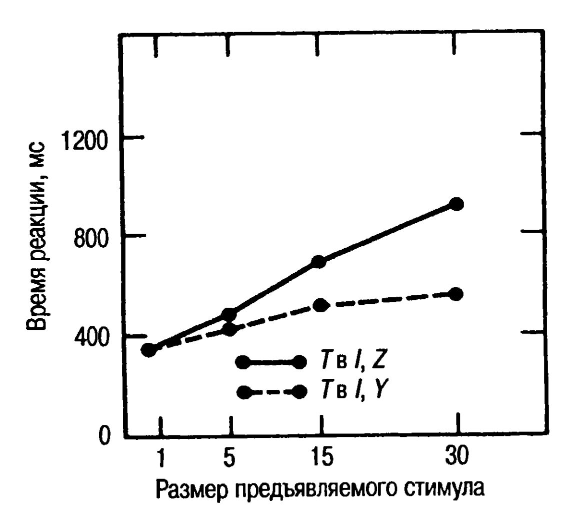


Рис. 3.12. Результаты исследования Трейсман и Гелада: время реакции при обнаружении целевого объекта как функция числа дистракторов и того, содержат ли дистракторы отдельно все особенности целевого объекта (адаптировано из: Treisman & Gelade, 1980)

Кажется, что необходимо фиксировать взгляд на местоположении, чтобы быть способным определить, какие соединения особенностей присутствуют. Трейсман и Гелад обнаружили, что испытуемые могли заметить присутствие отдельной особенности (например, вертикальной черты), не зная, где она находилась в демонстрируемом стимуле. С другой стороны, они были способны обнаружить соединение особенностей, лишь если были в состоянии сообщить о местоположении этих особенностей, — испытуемые должны сосредоточивать внимание на определенном местоположении, чтобы подтвердить, что там имеется соединение особенностей.

Исследование Трейсман и Гелада также дает информацию о том, как быстро испытуемые могут просматривать множества объектов. Когда демонстрируются 30 объектов *I* и *Z*, испытуемые тратят на обнаружение целевого объекта приблизительно на 600 мс больше, чем когда имеется 1 объект. В среднем они должны были просмотреть приблизительно половину демонстрируемого материала (или 15 объектов), прежде чем найти целевой объект. Таким образом, требуется приблизительно 600/15 = 40 мс, чтобы оценить и отклонить объект. Это намного быстрее, чем оценка времени просмотра в задаче Сперлинга, но в этом эксперименте испытуемые не идентифицируют (а лишь отклоняют) объекты, которые просматривают.

Трейсман и Шмидт (Treisman & Schmidt, 1982) проверили, что происходит с комбинациями особенностей, когда стимулы находятся вне фокуса внимания. Испытуемых просили сообщить об идентичности двух черных цифр, высвеченных в одной части поля зрения. Это было их первичной задачей, и именно там фокусировалось их внимание. В другой части поля зрения предъявлялись буквы разного цвета. Так, испытуемым могли предъявляться розовая *T*, желтая *S* и синяя *N* в игнорируемой части поля зрения. После того как испытуемые сообщали о числах, их про-

сити сообщить о любых буквах, которые они видели, и о цвете этих букв. Испытуемые сообщали о том, что наблюдали иллюзорные соединения особенностей (например, розовая *S*), почти так же часто, как и о том, что наблюдали правильные комбинации. Таким образом, кажется, что мы способны комбинировать особенности в точное восприятие, лишь когда наше внимание сосредоточено на объекте. В противном случае мы воспринимаем особенности, но вполне можем комбинировать их в восприятие объектов, которых там никогда не было

В предыдущей главе мы обсуждали, как зрительный массив данных отдельно анализируется по различным картам особенностей, которые кодируют такую информацию, как ориентации линии и цвета. Люди могут решить обратить внимание на специфическую карту особенностей, например карту для вертикальных линий или для розового цвета. Затем они могут ограничить их поиск всеми позициями, которые обладают этой особенностью. Они должны последовательно просмотреть все такие местоположения в поисках специфического целевого паттерна. В каждом месте, которое они просматривают, они могут синтезировать все особенности этого места в воспринимаемом объекте. Имеется некоторое противоречие относительно того, могут ли испытуемые использовать лишь отдельную особенность, чтобы направлять внимание (Duncan & Humphreys, 1989; Treisman, 1991). Вульф (Wolfe, 1994) разработал компьютерную модель, которая похожа на предложение Трейсман, за исключением того, что испытуемые могут использовать различные особенности, чтобы направить внимание (т. е. они могут направить свое внимание, чтобы искать линию, которая является и красной, и вертикальной). Вульф утверждает, что такие направленные на соединения поиски более беспокойны и менее точны, чем исследования с единственной особенностью. Но в его модели, как и в модели Трейсман, человек должен направить внимание к местоположению, прежде чем он сможет распознать объект в этом месте.

Информация об особенностях должна быть в центре внимания, чтобы быть синтезированной в паттерн.

Игнорирование поля зрения

Ранее в этой главе мы обсуждали данные, свидетельствующие о том, что зрительное внимание к местоположению приводит к усилению активности в соответствующей части первичной зрительной коры. Но есть доказательства того, что нервные структуры, которые управляют этим перемещением внимания, расположены не в первичной зрительной коре. Было показано, что у обезьян в управлении вниманием участвуют три области мозга (Peterson, Robinson, & Morris, 1987; Wurtz, Goldberg, & Robinson, 1980). Эти области — верхний бугорок четверохолмия, задняя часть теменной доли мозга и область в среднем мозге, известная как подушка таламуса. Было показано, что повреждения этих областей у людей, особенно теменной доли, приводит к нарушениям зрительного внимания. Например, Познер, Уокер, Фридрих и Рафал (Posner, Walker, Friedrich, & Rafal, 1984) показали, что пациенты с повреждениями теменной доли испытывают трудности при переключении внимания из одной стороны поля зрения в другую. Если у них имеется поражение правой теменной доли, им трудно отвлечься от чего-либо в правой части поля зрения, чтобы обратить внимание на что-либо в левой части поля зрения

4 Зак. 764

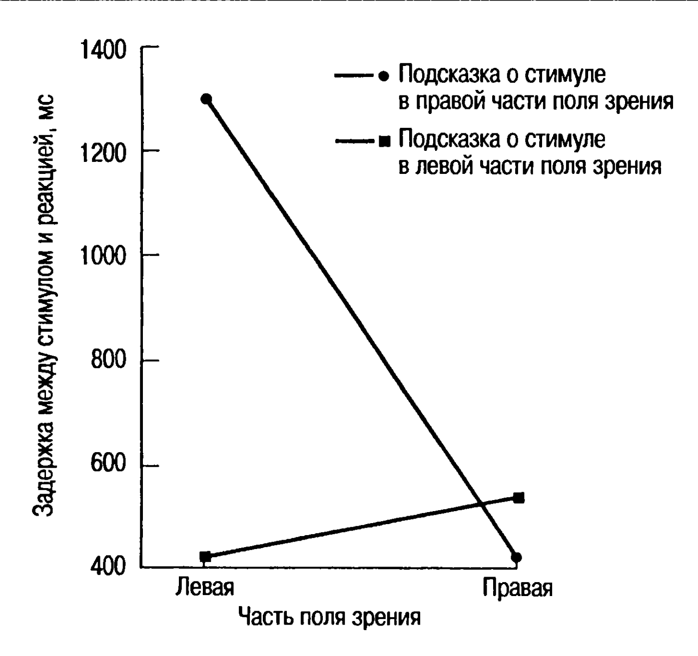


Рис. 3.13. Нарушения переключения внимания на левую часть поля зрения, имеющиеся у пациента с поражением правой теменной доли (Posner et al., 1982)

(информация из которого поступает в поврежденную правую теменную долю). У пациентов с поражением левой теменной доли обнаруживаются симметричные нарушения.

На рис. 3.13 отражены данные, описывающие нарушения внимания у пациента с поражением правой теменной доли (Posner, Cohen, & Ratal, 1982). При использовании той же самой парадигмы, как в примере на рис. 3.5, пациенту давалась подсказка ожидать стимула слева или справа от точки фиксации взгляда, и 80 % времени стимул предъявлялся именно в этом месте. Но 20 % времени стимул появлялся в неожиданном месте. На рис. 3.13 показано время обнаружения стимула как функция от того, на какой части поля зрения он был предъявлен и на какую часть поля зрения указывала подсказка. Когда стимул предъявлялся в правой части поля зрения, испытуемые испытывали лишь небольшое неудобство, если подсказка была неверна. Но если, согласно неверной подсказке, стимул должен был появиться в правой части поля зрения, а появлялся в левой части, у испытуемых обнаруживались значительные нарушения. Так как правая теменная доля обрабатывает информацию из левой части поля зрения, это предполагает, что повреждение правой доли приводит к нарушению способности переключать внимание на левую часть поля зрения, если внимание сосредоточено на правой части поле зрения.

Познер и коллеги (Posner et al., 1984) заметили, что этот экспериментальный результат подобен клиническому явлению, называемому зрительным угасанием, которое наблюдается у пациентов с поражением теменно-затылочной коры. Пациенты с поражением правого полушария не испытывают трудностей в удержа-

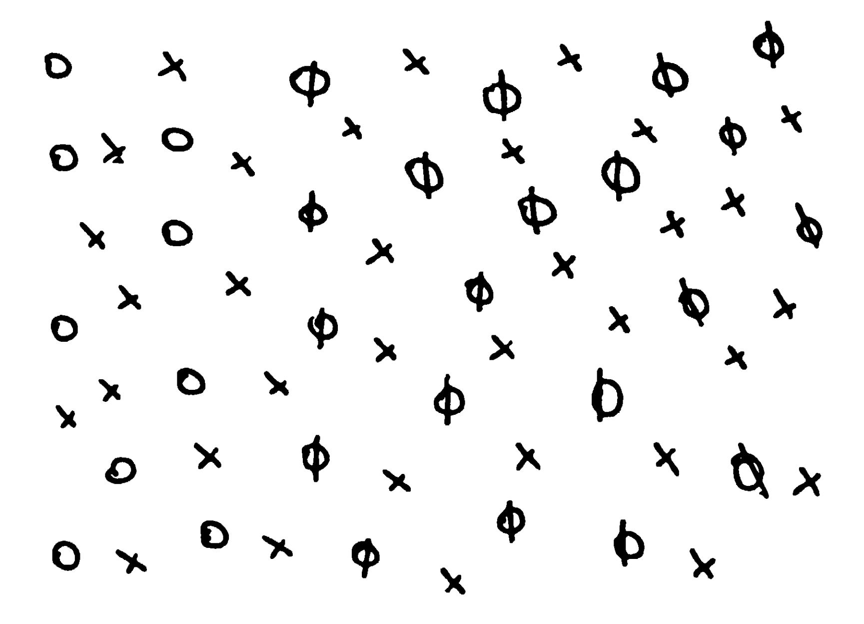


Рис. 3.14. Результат выполнения задания пациенткой с нарушениями в левой части поля зрения, которую просили перечеркнуть косой чертой все круги (Ellis & Young, 1988. Воспроизведено с разрешения *Lawrence Erlbaum Associates Ltd., Hove, UK*)

нии внимания на отдельных объектах в левой части поля зрения (информация из которого поступает в это поврежденное полушарие); но, когда конкурирующий объект предъявляется в правой части поля зрения, пациенты будут не в состоянии сосредоточить внимание на объекте в левой части поля зрения. У пациентов с поражением левого полушария будут отмечаться симметричные нарушения.

Более тяжелый вариант этого расстройства внимания называется *односторонним зрительным игнорированием.* Пациенты с поражением правого полушария игнорируют левую сторону поля зрения, и пациенты с поражением левого полушария игнорируют правую сторону поля зрения. На рис. 3.14 показаны результаты выполнения задания пациентки с нарушениями в левой части поля зрения (Albert, 1973). Ей была дана инструкция перечеркнуть косой чертой все круги. Как можно заметить, она игнорировала круги в левой части ее поля зрения. Такие пациенты часто ведут себя весьма странно. Например, один пациент не мог побрить одну половину своего лица (Sacks, 1985).

Пациенты с поражением теменной доли с одной стороны коры испытывают трудности в сосредоточении внимания на той половине поля зрения, информация из которой обрабатывается этой областью коры.

Объектно-ориентированное внимание

До этого момента мы обсуждали внимание так, как будто оно сосредоточено на определенных областях пространства. Но имеются также доказательства того, что иногда мы сосредоточиваем наше внимание на отдельных объектах, а не на обла-

стях пространства. Это имело бы смысл в реальном мире, потому что отдельные объекты не всегда занимают ту же самую область нашего зрительного пространства, поскольку мы движемся или они движутся. Глаза могут плавно отслеживать объекты, которые движутся по нашему полю зрения. Хотя глаза, как правило, следуют за объектом, на котором сосредоточено внимание, для того чтобы внимание отслеживало объект, движения глаз не требуется.

Эксперимент Берманна, Земеля и Мозера (Behrmann, Zemel, and Mozer, 1998) — один из ряда экспериментов, продолжающих первоначальный эксперимент Дункана (Duncan, 1984), — свидетельствует о том, что испытуемым иногда легче обращать внимание на объект, чем на местоположение. На рис. 3.15 показаны некоторые из стимулов, использованных в этом эксперименте. Испытуемых просили оценить, были ли несколько выпуклостей на двух концах объектов одинаковыми. В левой колонке расположены примеры положительных стимулов, а в правой колонке — примеры отрицательных стимулов. Испытуемые быстрее оценивали стимулы, когда выпуклости находились на одном объекте (первый и третий ряды на рис. 3.15), чем когда они находились на разных объектах (средний ряд). Это происходило несмотря на тот факт, что, когда они находились на разных объектах, они были ближе друг к другу по местоположению, что должно было

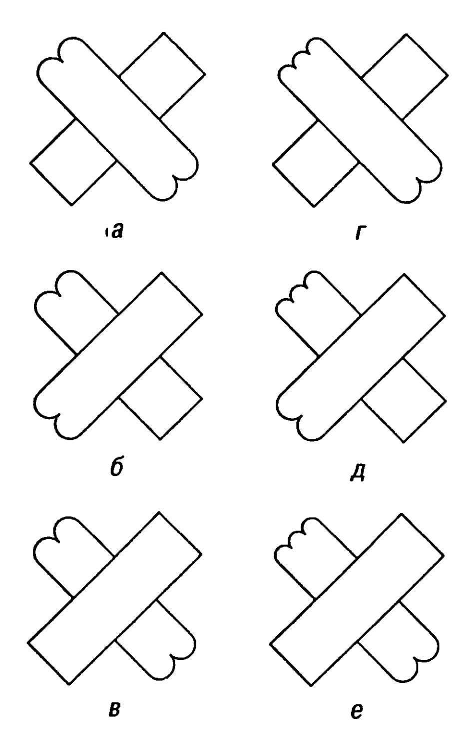


Рис. 3.15. Стимулы, использованные в эксперименте Берманна, Земеля и Мозера (Behrmann, Zemel, & Mozer, 1998). В левой и правой колонках расположены стимулы с одинаковыми и разными выпуклостями соответственно; в верхнем ряду стимулы на одном объекте, в среднем – на разных, в нижнем – стимулы прикрыты

облегчать оценку. Берманн и коллеги, так же как и Дункан, утверждают, что испытуемые могут перемещать внимание одновременно на один объект, но не на одно местоположение. Поэтому, когда обе выпуклости находятся на одном объекте, испытуемым не надо перемещать внимание с объекта на объект.

Другое доказательство наличия объектно-ориентированного внимания включает в себя явление, называемое *торможением возвращения*. Если мы смотрели на некоторую область пространства, мы обнаруживаем, что нам тяжелее снова сосредоточить внимание на этой области. В этом есть определенный смысл. Если мы что-нибудь ищем и уже смотрели на данное место, мы предпочитаем, чтобы наша зрительная система нашла другие места поиска, а не возвращалась к уже осмотренному месту. Если люди переводят взгляд на место А и затем на место Б, они медленнее переводят взгляд обратно на место А, чем на некоторое новое место В. Это также справедливо для случая, когда они переключают свое внимание, не переводя взгляда (Posner, Rafal, Chaote, & Vaughn, 1985).

Типпер, Драйвер и Уивер (Tipper, Driver, & Weaver, 1991) провели демонстрацию торможения возвращения, которая также предоставила доказательства наличия объектно-ориентированного внимания. В их экспериментах испытуемые видели рамки, содержащие три квадрата, как показано на рис. 3.16. Внимание испытуемых было привлечено к одному из внешних квадратов с помощью мерцания этого квадрата. Через 200 мс внимание было направлено на квадрат в центре с помощью мерцания этого квадрата. Затем стимул предъявлялся в одной из двух внешних позиций. Реагируя на стимул, испытуемые действовали медленнее при нажатии ключа, когда он появлялся во внешнем мерцающем квадрате (справа на рис. 3.16, *д*), чем когда он появлялся во внешнем немерцающем квадрате (слева), — в одном случая тратя приблизительно 460 мс и в другом случае — 420 мс. Это преимущество в 40 мс — пример пространственно обусловленного торможения возвращения. Испытуемые реагируют медленнее при переключении внимания на то место, на котором внимание уже фиксировалось ранее.

При других условиях эксперимента объекты перемещались за мерцанием так, что они вращались на экране. К концу их движения объект, на который указывало мерцание на одной стороне, теперь был с другой стороны, и фактически два внешних объекта обменивались позициями. Например, объект справа мог развернуться так, что теперь он был слева. Исследователей интересовал вопрос, будут ли испытуемые реагировать быстрее при обнаружении цели справа (где сначала было мерцание) или слева (куда переместился объект, на который указывало мерцание). Выяснилось, что они реагировали приблизительно на 20 мс медленнее, чтобы обнаружить объект в том месте, в котором не было мерцания, но которое содержало объект, на который указывало мерцание. Таким образом, в их зрительной системе действовало торможение возвращения к тому же самому объекту, но не к тому же самому месту.

Другой пример объектно-ориентированного внимания получен при исследовании зрительного игнорирования. Ранее мы отметили в связи с примерами, подобными показанным на рис. 3.14, что некоторые пациенты испытывают трудности при обнаружении информации в левой стороне поля зрения. Были выявлены

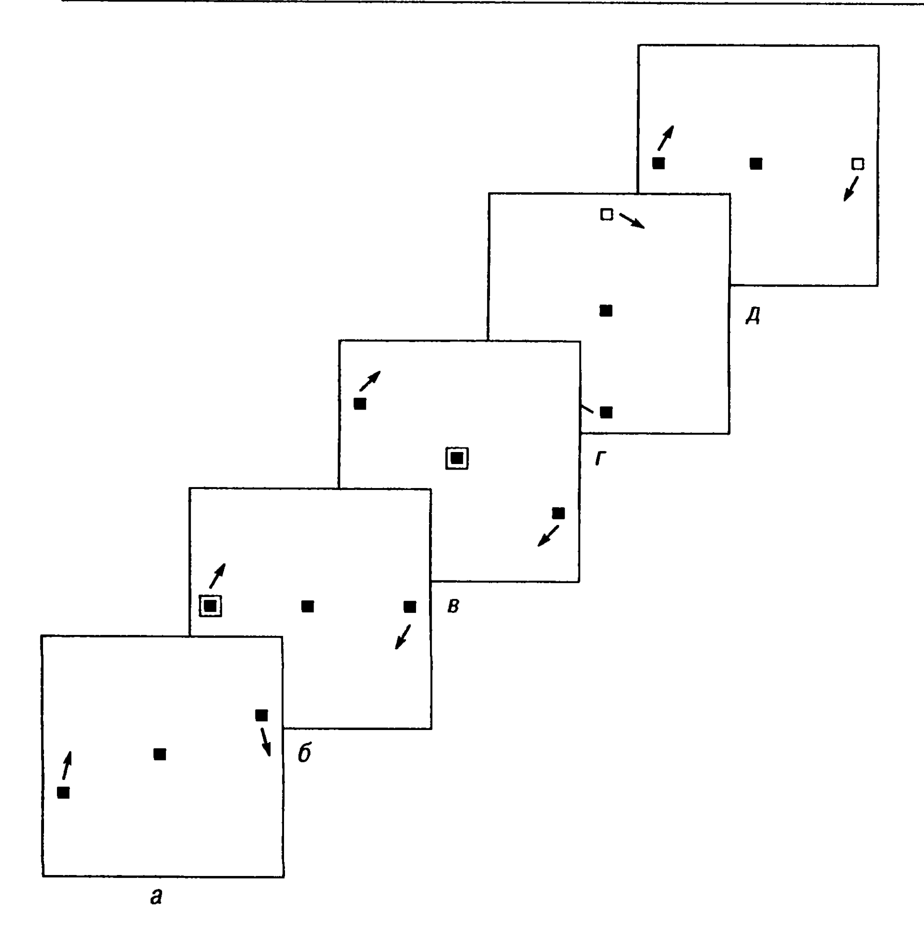


Рис. 3.16. Примеры рамок, использовавшихся в условиях перемещения объектов в демонстрации Типпера, Драйвера и Уивера (Tipper, Driver, & Weaver, 1991) – стрелки изображают движение. (*а*) Начало показа, без движения в течение 500 мс. После перемещения двух структур три заполненных квадрата были выровнены горизонтально (*б*), после чего появилась подсказка. Затем продолжилось движение по часовой стрелке, с подсказкой в центре (*в*). Внешние квадраты продолжили движение по часовой стрелке (*г*) до горизонтального выравнивания (*д*), где, как прежде, предъявлялся стимул

несколько пациентов, которые игнорируют левую сторону объектов, независимо от того, на какой стороне поля зрения появляются эти объекты (Behrmann & Moscovitch, 1994; Driver, Baylis, Goodrich, & Rafal, 1994).

Зрительное внимание может быть направлено на объекты, независимо от их местоположения.

Центральное «узкое место»

До сих пор мы рассматривали, как испытуемые распределяют внимание в пределах отдельной модальности, такой как зрение или слух, и обнаруживали доказательства того, что они сосредоточивают внимание на одном стимуле и пренебре-

гают другими. Такого рода доказательства указывают на существование «узких мест» в различных перцептивных модальностях. То есть, по-видимому, мы можем обрабатывать одновременно только один объект в данной модальности. Но что, если нам предъявляются и зрительный стимул, и слуховой? Можем ли мы обрабатывать их параллельно? Эти проблемы изучали в некоторых исследованиях с двойной задачей. Например, Карлин и Кестенбаум (Karlin & Kestenbaum, 1968) просили испытуемых выполнить две задачи.

- *Задача 1.* Визуально предъявлялась цифра. Если цифра была 1, испытуемые реагировали, нажимая ключ мизинцем левой руки, а если 2, то они реагировали, нажимая ключ безымянным пальцем.
- *Задача 2.* В этой задаче испытуемые слышали тон. Если это был низкий тон (600 герц), они реагировали средним пальцем правой руки, а если это был высокий тон (3000 герц), они реагировали правым указательным пальцем.

Предполагалось, что испытуемые сначала выполняли первую задачу, и задержка между двумя стимулами (называемая асинхронностью подачи стимула — АПС) изменялась от 90 до 1150 мс. На рис. 3.17 показано время, затраченное на выполнение двух задач, как функция от АПС. Испытуемые тратят не более 400 мс, чтобы выполнить первую задачу, независимую от АПС. Это имеет смысл, так как их просили сначала закончить эту задачу настолько быстро, насколько возможно.

Интересный паттерн данных касается того, сколько времени потребовалось испытуемым, чтобы выполнить вторую задачу. Если при выполнении этих двух задач не было «узких мест», можно было ожидать, что АПС никак не будет влиять на время выполнения второй задачи. Испытуемые должны были выполнять ее параллельно с первой задачей. Но это, безусловно, не так. При незначительной АПС они откладывали выполнение второй задачи ввиду потребности закончить первую. И лишь при значительной АПС, после выполнения первой задачи, испы-

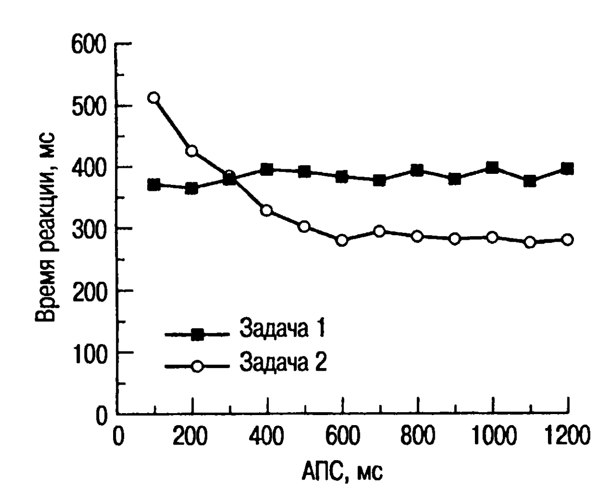


Рис. 3.17. Результаты эксперимента Карлина и Кестенбаума (Karlin & Kestenbaum, 1968): время выполнения задачи 1 и задачи 2 как функция задержки между двумя задачами

туемые выполняли вторую задачу без каких-либо затруднений. Таким образом, первая задача мешает выполнению второй.

Можно было предположить, что испытуемые должны будут закончить первую задачу прежде, чем приступить к выполнению второй. Рассмотрим, каково в таком случае время выполнения второй задачи при самой короткой АПС, равной 90 мс. Чтобы закончить первую задачу, требуется 383 мс. Поэтому, когда для второй задачи предъявляется тон, испытуемые все еще имеют 383 – 90 = 293 мс, чтобы выполнить первую задачу. Таким образом, время для выполнения второй задачи должно быть равно этому времени плюс 284 мс, которые требуются для выполнения второй задачи: 293 + 284 = 577 мс. Но испытуемые тратят только 514 мс при самой короткой АПС. Следовательно, испытуемые могут более чем 60 мс одновременно выполнять обе задачи.

Таким образом, испытуемые не могут полностью выполнять две задачи параллельно, но и не должны заканчивать одну задачу перед выполнением другой. Условно предполагается, что, так как эти две задачи включают в себя различные сенсорные системы, испытуемый может сосредоточивать внимание на слуховом стимуле при выполнении первой зрительной задачи. Сэкономленные при выполнении второй задачи 60 мс отражают тот факт, что испытуемые кодировали слуховой стимул при выполнении первой задачи. Но как только испытуемые кодируют слуховой стимул, они достигают центрального «узкого места» и не могут дальше делать ничего со второй задачей, пока не закончили первую задачу.

Центральное «узкое место» возникает, когда испытуемый должен обдумывать каждую задачу. Человек не может думать сразу о нескольких вещах. Но, пока модальности не находятся в противоречии, можно одновременно обрабатывать стимулы из разных источников. Можно также одновременно выполнять разные действия типа вождения автомобиля и ведения беседы. Способность делать это зависит от факта, что один из этих процессов высокоавтоматизирован (в данном случае, вождение автомобиля) и не требует большого участия высших когнитивных процессов. Но когда вождение автомобиля требует особого внимания, человеку зачастую сложно параллельно продолжать беседу. Далее мы рассмотрим проблему автоматизма и его значения для параллельного выполнения разных задач.

Люди могут одновременно обрабатывать информацию из различных модальностей восприятия или одновременно выполнять несколько действий, но они не могут думать одновременно о двух объектах.

Автоматизм

В главе 9 мы более подробно обсудим, как люди приобретают опыт. Общий эффект практики выражается в уменьшении центрального когнитивного компонента. Когда центральный когнитивный компонент задачи настолько отработан, что задача требует незначительного или не требует никакого участия мышления, мы говорим, что выполнение задачи происходит автоматически. Хорошая демонстрация того, как практика воздействует на аттенционные ограничения, — описанное Андервудом (Underwood, 1974) исследование психолога Невила Морея, который потратил много лет на изучение того, как человек «оттеняет» стимул Морей много практиковался в том, чтобы «оттенять» стимул. В отличие от большинства испытуемых,

он имел хорошую способность сообщать о содержании информации, поступающей по игнорируемому каналу. В результате тренировки процесс выделения стимула стал для Морея частично автоматизированным, и у него выработалась способность обращать внимание на неоттеняемый канал.

Спелк, Хирст и Найссер (Spelke, Hirst, & Neisser, 1976) дают интересную демонстрацию того, как хорошо отработанный навык устраняет помехи для осуществления других действий. (Это продолжение демонстрации, начатой Гертрудой Стайн в Гарвардском университете.) Их испытуемые должны были выполнить два задания: читать про себя и понимать текст, одновременно записывая слова, продиктованные экспериментатором. Сначала испытуемым было чрезвычайно трудно выполнять эти задания одновременно. Испытуемые читали намного медленнее, чем обычно. Но после шести недель практики испытуемые читали с нормальной скоростью. Они стали настолько искусны в этом, что понимали текст так же, как при обычном чтении. Для этих испытуемых чтение во время письма стало не более трудным, чем чтение при ходьбе. Интересно, что испытуемые не осознавали того, что они писали. Как и в случае с вождением автомобиля, испытуемые переставали осознавать автоматизированные действия.[1]

Другой пример автоматической обработки — печатание на пишущей машинке. Машинистка одновременно читает текст и выполняет удары пальцами по клавишам. В этом случае мы имеем три системы, работающие параллельно: восприятие текста, который будет напечатан, центральный перевод воспринятых букв в удары по клавишам и фактическое печатание букв. Квалифицированные машинистки часто сообщают о незначительном осознании того, что они печатают, так как этот процесс стал автоматизированным. Также имеет место тот факт, что квалифицированные машинистки не могут немедленно прекратить печатать. Если им внезапно прикажут остановиться, они сделают еще несколько ударов по клавишам, прежде чем прекратить работу (Salthouse, 1985, 1986).

Различные перцептивные системы (например, зрение и слух), различные моторные системы (например, речь и движения рук) и высшие когнитивные процессы независимы и работают параллельно. Но каждая система в отдельности работает последовательно: можно сосредоточивать внимание лишь на одной области пространства, выполнять один паттерн движения рук или обдумывать одну мысль. Высшие когнитивные процессы часто являются «узким местом», потому что выполнение нескольких задач требует координации. Автоматизм вырабатывается, когда тренировка устраняет потребность в участии высших когнитивных процессов. Тогда выполнение задания по большей части включает в себя различные параллельные перцептивные и моторные системы, и к одной и той же системе не предъявляется несколько противоречивых требований. В главе 9, посвященной приобретению опыта, мы подробнее обсудим исследования роли практики в автоматизации навыков.

По мере того как человек упражняется в выполнении задач, его действия становятся более автоматическими и требуют все меньшего участия высших когнитивных процессов.

---

[1] После дополнительной тренировки с целью запоминания того, что они записывали, испытуемые могли вспомнить эту информацию.— *Примеч. авт.*

Эффект Струпа

Автоматические процессы не только не требуют никакого или почти никакого участия высших когнитивных процессов, но их к тому же, по-видимому, трудно остановить. Хороший пример — распознавание слова для опытных читателей. Фактически невозможно смотреть на обычное слово и не прочитать его. Эта сильная тенденция, проявляющаяся в том, что слова распознаются автоматически, изучалась в феномене, известном как *эффект Струпа*, названный по имени Дж. Ридли Струпа, который первым его продемонстрировал (Stroop, 1935). В этой задаче требуется, чтобы испытуемые назвали цвет чернил, которыми напечатаны слова. Слово, цвет чернил которого они должны назвать, может быть «цветным», например слово «красный», или нейтральным, например слово «кровать». Если слово «цветное», оно может быть напечатано либо чернилами «своего» цвета, либо чернилами другого цвета. На рис. 3.18 показаны результаты эксперимента Данбара и МакЛеода (Dunbar & MacLeod, 1984). По сравнению с контрольным условием нейтрального слова, испытуемые выполняли задание несколько быстрее при условии называния цвета чернил, когда слово обозначает цвет этих чернил. Испытуемые выполняли задание намного медленнее при условии конфликта при назывании цвета чернил, когда слово, написанное этими чернилами, обозначает другой цвет То есть, например, испытуемым трудно дать ответ, что цвет чернил слова «красный»— зеленый. На рис. 3.18 также показано время, необходимое для того, чтобы испытуемые назвали слова в этих трех условиях эксперимента. Отмечаются асим-

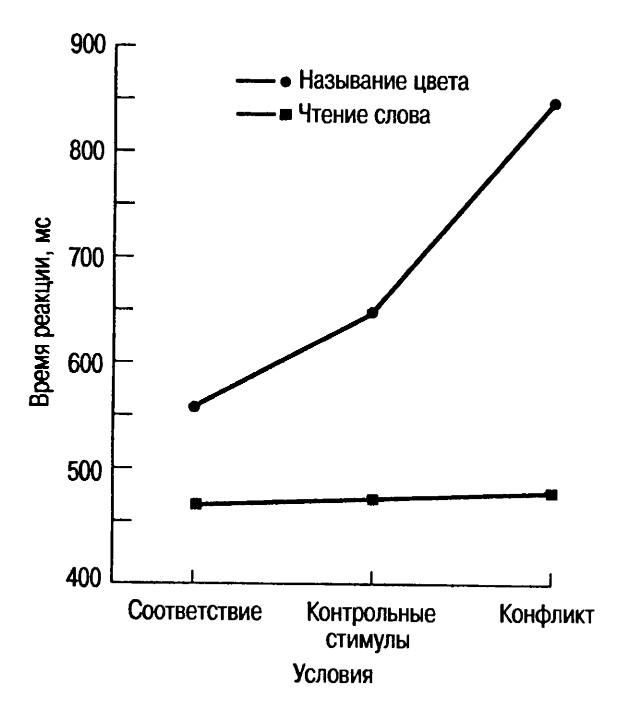


Рис. 3.18. Результаты выполнения задания для стандартной задачи Струпа (Dunbar & MacLeod, 1984)

5 5 5

1 1 1 1

2

3 3 3 3 3

4 4

5 5 5

4 4 4 4 4

5 5 5 5

3

4 4 4

2 2 2 2

3 3

4 4 4

1 1 1 1

3

2 2 2

Рис. 3.19. Задание состоит в том, чтобы вслух назвать число знаков в каждом ряду. Это разновидность задачи Струпа (Glass & Holyoak, 1986. Воспроизведено с разрешения McGraw-Hill)

метричные влияния. То есть цвет чернил не может в равной степени усложнять или облегчать испытуемым чтение слова. Конечно, они намного быстрее читают слово, чем называют цвет чернил, что отражает высокоавтоматизированный характер чтения.

Испытуемые не только намного медленнее выполняли задание при назывании цвета чернил в конфликтном условии; они также делали намного больше ошибок, называя «цветное» слово, а не цвет чернил. Чтение — это настолько автоматизированная реакция, что испытуемые часто неспособны остановить чтение слова, даже если им дана инструкция не читать слово, но называть цвет. На рис. 3.19 представлен аналог эффекта Струпа, предложенный Флауэрсом, Уорнером и Полански (Flowers, Warner, & Polansky, 1979), который мы можем продемонстрировать в черно-белом тексте. Вы должны обработать информацию ряд за рядом, как можно быстрее называя число знаков в каждом ряду. Вам, вероятно, будет очень трудно не называть цифры, которые образуют ряд, и вместо этого считать эти цифры. Это происходит потому, что распознавание цифры автоматизировано намного больше, чем счет.

Мак-Леод и Данбар (MacLeod & Dunbar, 1988) рассматривали влияние тренировки на выполнение задачи Струпа. Они использовали эксперимент, в котором испытуемые должны были выучить названия цвета для случайных форм. Затем экспериментаторы предъявляли испытуемым тестовые геометрические стимулы, и испытуемые должны были сказать, связано ли название цвета с формой или фактическим цветом чернил данной формы. Как и в оригинальном эксперименте Струпа, имелись три условия:

- соответствие — случайная форма была того же самого цвета чернил, что и ее название;
- контрольные стимулы — предъявлялись белые формы, когда испытуемые должны были назвать «цветное» название формы, либо предъявлялись

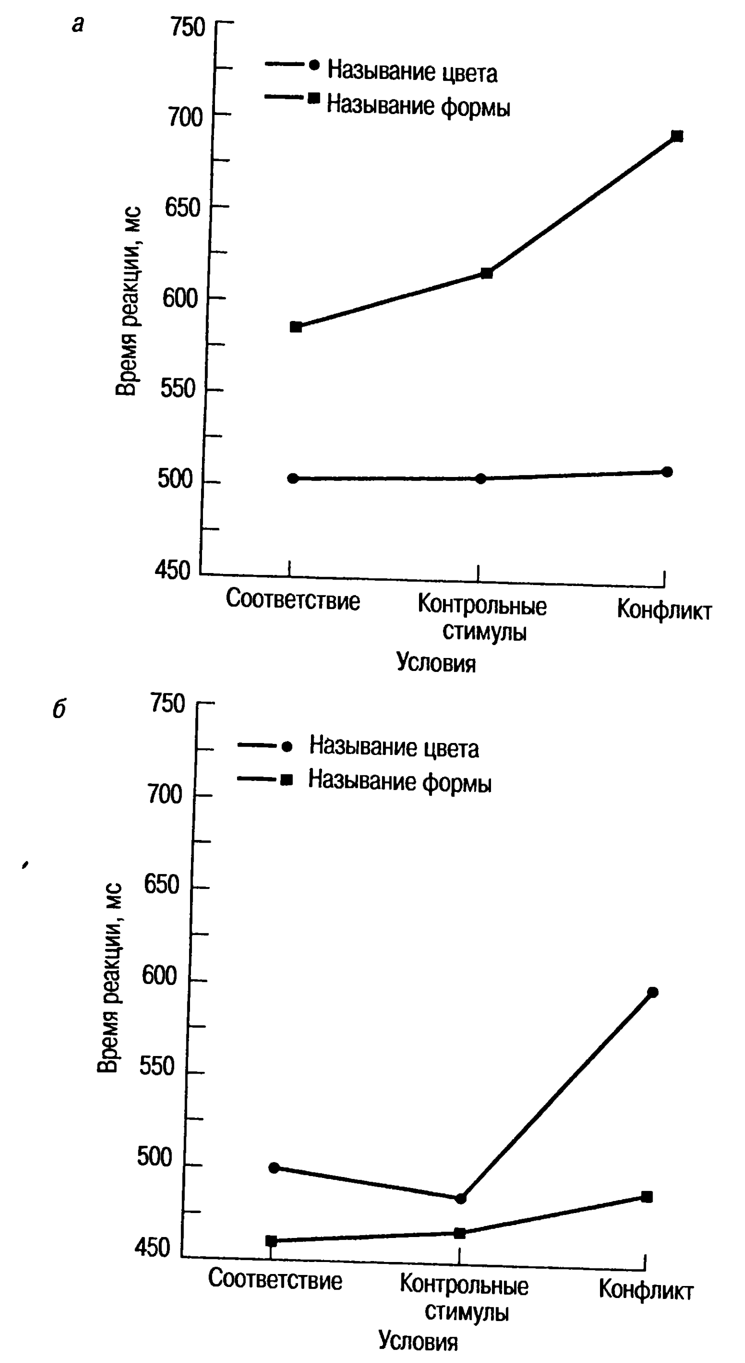


Рис. 3.20. Данные исследования Мак-Леода и Данбара (MacLeod & Dunbar, 1988): время, требующееся, чтобы назвать формы и цвета, как функция соответствия между цветом и формой при: *а* — первоначальном выполнении задания; *б* — после 20 дней тренировки

цветные квадраты, когда испытуемые должны были назвать цвет чернил формы (квадратная форма не была связана с каким-либо цветом);

- конфликт — «цветное» название случайной формы и цвет чернил формы не совпадали.

На рис. 3.20, *а* показаны результаты выполнения этого задания. Называние цвета было намного более автоматизированным, чем называние формы, и относительно не связано с соответствием форме, тогда как на называние формы заметно влияло соответствие цвету чернил. Затем Мак-Леод и Данбар давали испытуемым 20 дней на тренировку в назывании форм. На рис. 3.20, *б* показаны полученные после этого результаты. Испытуемые намного быстрее выполняли задание при назывании формы, и это препятствовало называнию цвета, но не наоборот. Таким образом, обучение привело к автоматизации называния формы, подобно чтению слова, и это влияло на называние цвета.

Чтение слова – это такая автоматическая реакция, которую трудно остановить, и она будет мешать обработке другой информации о слове.

Выводы

Понимание проблемы внимания в области когнитивной психологии постепенно изменялось. В течение долгого времени ощущалось влияние известной цитаты более чем вековой давности из Уильяма Джеймса (James, 1890):

> Каждый знает, что такое внимание. Это удержание в сознании в ясной и яркой форме объекта, который, как кажется, принадлежит к нескольким одновременно возможным объектам или последовательностям мыслей. Его сущность состоит в направленности, концентрации сознания. Это подразумевает отвлечение от некоторых объектов для эффективных действий с другими (pp. 403–404).

Две особенности этой цитаты отражают некогда существовавшие представления о внимании. Первое представление состоит в том, что внимание прочно связано с сознанием, — мы не можем сосредоточить внимание на предмете, если мы не осознаем его. Согласно второму представлению, внимание, подобно сознанию, — унитарная система. Сейчас все больше специалистов в этой области склоняются к мнению о том, что связь внимания с сознанием была неудачной идеей (Shiffrin, 1997), так как многие аттенционные явления кажутся совершенно бессознательными. Например, люди часто не осознают того, куда они переместили глаза. Наряду с этим пониманием возникает осознание того, что внимание не единственный фактор (Pashler, 1995). Мы видели, что имеет смысл отделять слуховое внимание от визуального, внимание при перцептивной обработке от внимания при формировании реакций. Мозг состоит из множества систем параллельной обработки информации в различных перцептивных системах, моторных системах и высших когнитивных процессах. Каждая из этих параллельных систем, по-видимому, имеет «узкие места», в которых она должна сосредоточить обработку на отдельном объекте. Внимание лучше всего представлять себе как процессы, с помощью которых каждая из этих систем распределяет свои возможности в ответ на

потенциально конкурирующие требования, связанные с обработкой информации. Степень трудностей, которые испытывает человек при выполнении задач, является функцией наложения требований, которые эти задачи предъявляют к одним и тем же системам.

Замечания и дополнительная литература

По итогам проходящей дважды в год конференции по вниманию и деятельности выходит книга под тем же названием. Она включает в себя основные новые исследования в этой области. Трейсман и Сато (Treisman & Sato, 1990) обсуждают роль внимания в восприятии соединений особенностей. В номере *American Journal of Psychology* за 1992 г. представлено множество точек зрения на связь между автоматизмом и вниманием. Вульф (Wolfe, 1994) описывает компьютерное моделирование внимания, которое в значительной степени основывается на идеях Трейсман. В книге Уикенса (Wickens, 1992) есть две подробные и современные главы о внимании. Пашлер (Pashler, 1998) излагает свои взгляды на природу внимания и деятельности, включая психологический рефрактерный период (ПРП). Мейер и Кирас (Meyer и Kieras, 1997) представили новую модель, в которой обсуждается, действительно ли имеется существенное «узкое место» в задачах на ПРП.

ГЛАВА 4

Репрезентация знаний, основанная на восприятии

Предыдущие две главы касались обработки информации на периферии когнитивной системы — в основном, в перцептивной системе и, до некоторой степени, в системе реагирования. Теперь мы обращаемся к проблеме способов обработки информации, после того как она воспринята и поступила в когнитивную систему. Оказывается, что ответ на этот вопрос зависит от того, как информация представлена в системе. Некоторые типы *репрезентации знаний* имеют тенденцию сохранять многое из структуры оригинального перцептивного опыта. В этой главе мы сосредоточимся на *репрезентациях, основанных на восприятии*; а глава 5 посвящена *репрезентациям, основанным на значении*, которые весьма абстрагированы от перцептивных деталей и кодируют значение опыта.

Возможно, больше чем что-либо другое, сферу когнитивной психологии отличает от раннего бихевиоризма утверждение о том, что имеются внутренние репрезентации знаний, которыми оперирует сознание. Отмечались значительные расхождения в мнениях по вопросу о характере репрезентации знаний, частично отражавшие суматоху и неразбериху при отделении когнитивной психологии от бихевиоризма. Велись дебаты о том, какие виды репрезентации знаний существуют в психике и что точно имеется в виду под различными утверждения о репрезентации знаний. Что касается основанной на восприятии репрезентации знаний, которая рассматривается в этой главе, дискуссии по этому вопросу в значительной степени утихли, поскольку связь между этими репрезентациями знаний и перцептивной системой стала очевидной. Предыдущие две главы в значительной степени касались обработки перцептивной зрительной и вербальной информации. Соответственно, в этой главе нас будет интересовать то, как зрительная и вербальная информация представлена и обрабатывается в отсутствие внешнего перцептивного стимула. Обработка такой внутренней перцептивной информации называется перцептивным воображением, и многие из нас могут сообщать о ярких переживаниях, когда мы обрабатываем подобную информацию. Например, когда люди воображают, как они «противостоят боссу», они часто «видят» яркие детали воображаемого события и «слышат» произносимые слова. Косслин (Kosslyn, 1995) утверждал, что реальная функция воображения — не эти неодолимые переживания, а скорее подготовка нас к обработке внешних перцептивных стимулов

и к действиям в этом мире. Таким образом, воображение может помочь нам подготовиться к реальной встрече с боссом.

Изучение репрезентации знаний касается того, как мы организовываем и используем информацию в долговременной памяти.

Теория двойного кодирования

Пайвио (Paivio, 1971, 1986) давний сторонник *теории двойного кодирования*, согласно которой имеются отдельные репрезентации для вербальной и зрительной информации. Многие из используемых им данных получены в исследованиях, показывающих, что человеческая память лучше, если мы кодируем запоминаемый материал и зрительно, и вербально. Так, исследователи обнаружили, что запоминание вербального материала значительно улучшается, если человек может создать зрительные образы, соответствующие этому материалу. Например, испытуемые, которым было дано предложение «Собака бежала за велосипедом», будут лучше помнить это предложение, если они создадут соответствующий образ предложения (Anderson & Bower, 1973, chap. 10). В дальнейших главах мы подробнее обсудим эти данные о памяти, а пока рассмотрим некоторые эксперименты, которые более непосредственно иллюстрируют различие между двумя типами репрезентаций.

Сравнение вербальной и зрительной обработки

Эксперимент Санты (Santa, 1977) хорошо иллюстрирует различие между зрительными и вербальными репрезентациями. Два условия эксперимента Санты показаны на рис. 4.1. В геометрическом условии (часть *а*), испытуемые изучали множество трех геометрических объектов: два геометрических объекта выше и один ниже. Как показано на рисунке, это множество обладало особенностями человеческого лица — без особых усилий мы можем увидеть глаза и рот. После того как испытуемые изучали это множество, его удаляли и испытуемым сразу предъявляли одно из тестовых множеств. Задача испытуемых состояла в том, чтобы проверить, содержит ли тестовое множество те же самые элементы, хотя не обязательно в той же самой пространственной конфигурации, как в изученном множестве. Таким образом, испытуемые должны ответить положительно на первые два тестовых множества и отрицательно на два других множества. Исследователей интересовало различие между двумя положительными тестовыми множествами. Первое множество идентично изученному множеству (условие «той же конфигурации»), но во втором множестве элементы демонстрировались линейно (условие «линейной конфигурации»). Санта прогнозировал, что в первом случае испытуемые будут давать положительную оценку быстрее, так как конфигурация здесь идентична. Он основывался на своей гипотезе о том, что зрительная память об изученном стимуле сохранит пространственную информацию. Результаты для геометрического условия показаны на рис. 4.2. Как можно заметить, прогнозы Санты подтвердились. Испытуемые выполняли задание быстрее, когда геометрическое тестовое множество сохраняло информацию о конфигурации в изучаемом множестве.

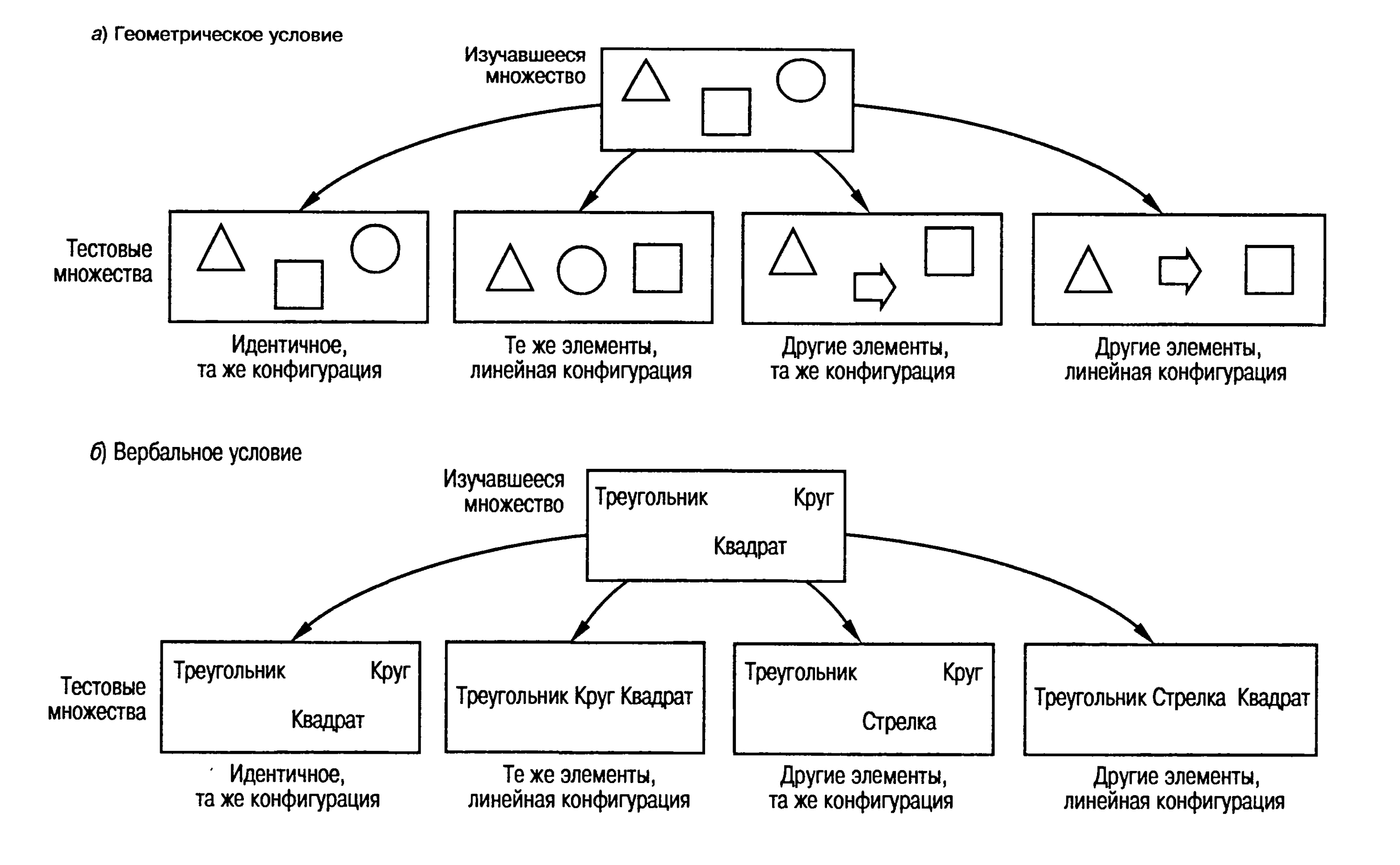


Рис. 4.1. Процедура в эксперименте Санты (Santa, 1977). Испытуемые изучали начальное множество и затем должны были решить, содержало ли тестовое множество те же элементы

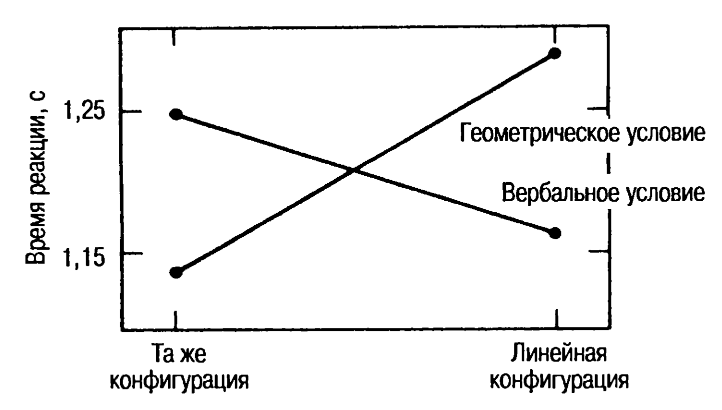


Рис. 4.2. Время реакции, показывающее взаимодействие между типом материала и тестовой конфигурацией в эксперименте Санты (Santa, 1977)

Результаты геометрического условия более впечатляющие, когда сопоставляются с результатами вербального условия, показанными на рис. 4.1, *б*. Здесь испытуемые изучали слова, расположенные в пространственных конфигурациях, идентичных геометрическим объектам в геометрическом условии. Но поскольку это включало в себя слова, изучавшийся стимул не содержал лица и не имел никаких графических свойств. Санта предполагал, что испытуемые кодировали множество слов согласно обычному порядку чтения, т. е. слева направо и сверху вниз. Поэтому, учитывая изучавшееся множество, испытуемые должны были кодировать его как *треугольник, круг, квадрат*. После изучения предъявлялось одно из тестовых множеств. Испытуемые должны были оценить, были ли слова идентичными. Все тестовые стимулы включали в себя слова, но в остальном они предоставляли те же самые возможности, что и тесты в геометрическом условии. В частности, два положительных стимула служат примером условия «та же конфигурация» и условия линейной конфигурации. Обратите внимание, что порядок слов в линейном множестве — тот же самый, как тот, в котором, по предположению Санты, испытуемые должны кодировать изучавшийся стимул. Санта прогнозировал, что, поскольку испытуемые кодировали слова из изучавшегося множества линейно, быстрее всего они будут выполнять задание тогда, когда тестовое множество линейно. Как показано на рис. 4.2, его предсказания снова подтвердились. Вербальное и геометрическое условия обнаруживают отчетливое взаимодействие.

Эксперимент Санты указывает на то, что зрительная информация, например геометрические объекты, имеет тенденцию сохраняться согласно пространственному положению, тогда как словесная информация имеет тенденцию сохраняться согласно линейному порядку.

Совсем другие данные о различиях между зрительными и вербальными репрезентациями получены в исследовании Роланда и Фриберга (Roland & Friberg, 1985). Эти исследователи предлагали испытуемым мысленно повторять похожие по звучанию слова или мысленно прослеживать путь от своего дома по соседним улицам. Роланд и Фриберг измеряли изменения кровообращения в различных частях коры. На рис. 4.3 показаны области левой коры, которые были активизиро-

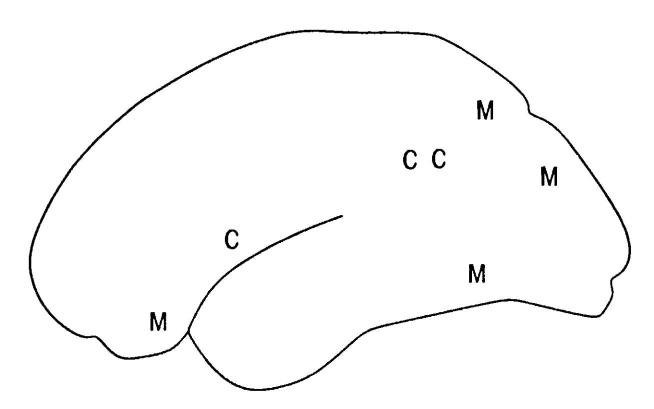


Рис. 4.3. Результаты исследования Роланда и Фриберга (Roland & Friberg, 1985), показывающие области коры левого полушария с увеличенным потоком крови при воображении похожих по звучанию слов (С) и при воображении пространственного маршрута (М)

ваны одним умственным процессом в сравнении с другим. Буквы М указывают области с повышенной активностью при решении задачи на пространственный маршрут, а буквы С — области с повышенной активностью при решении задачи на похожие по звучанию слова. Очевидно, что в обработке вербальной и пространственной информации участвуют разные области коры. Кроме того, эти же нервные области, по-видимому, участвуют в фактической обработке вербального и видимого (но не воображаемого) материала. Затылочные области, участвующие в выполнении задачи на поиск маршрута, — это те же области, которые участвуют в зрении. Среди областей, участвующих в решении задачи на похожие по звучанию слова, — зона Брока, которая, как мы видели в главе 1, играет главную роль в обработке речи. Таким образом, когда мы воображаем информацию в одной из двух модальностей, мы используем те же самые нервные области, которые используются при восприятии этих материалов, как и утверждает гипотеза двойного кодирования Паивио.

Вербальная и зрительная информация по-разному обрабатывается различными частями мозга.

Характер репрезентаций знаний

Таким образом, мы видим, что каждый вид информации представлен в особой части мозга. Хотя проблемы мозговой локализации важны, основная причина того, почему психологи интересуются репрезентацией знаний, объясняется тем, что способ, которым представлена информация, может влиять на способ, которым она обрабатывается. Исследование Санты иллюстрирует различные способы, которыми обрабатывается информация разного типа.

Есть сильное искушение очень буквально интерпретировать способ, которым представлены такие перцептивные образы. Можно вообразить, что в голове имеются картины, на которые смотрит некое внутреннее существо в мозге, или что в голове имеется речь, которую слушает то же самое внутреннее существо. Мифическое внутреннее существо в мозге, которое видит и слышит, имеет дурную репутацию в когнитивной психологии и известно как гомункулус. Использование такого

понятия расценивается как невозможность научного объяснения, потому что мы просто заменили познающего и понимающего человека познающим и понимающим гомункулусом. Конечно, это может вести к бесконечному регрессу, где имеется гомункулус внутри гомункулуса, который видит образы и слышит слова и т. д.

Однако некоторые данные позволяют предположить, что «картины в голове» действительно существуют. Например, как мы отметили в главе 1, зрительная область в коре содержит топографическую репрезентацию зрительного стимула. Активность в коре будет соответствовать пространственной структуре стимула (например, см. рис. 1.7). Но не существует никакого гомункулуса, смотрящего на образ в задней части мозга. Как мы обсуждали в главе 1, смысл топографической репрезентации состоит в том, чтобы нервные области, обрабатывающие смежную информацию, могли лучше взаимодействовать, потому что они будут непосредственно связаны.

Глава 2 дала нам некоторое понимание того, как зрительная информация может быть представлена в восприятии. Например, мы видели, что имеются отдельные клетки, которые представляют линии в определенных местах и ориентациях. Изображение было представлено паттерном активации в месте расположения таких клеток, которые кодировали различные особенности этого изображения. Можно предположить, что, когда испытуемые воображают зрительную сцену, происходит подобная репрезентация в терминах паттерна активации в районе клеток, отвечающих за отдельные признаки изображения. В этой главе мы обсудим некоторые физиологические данные, которые согласуются с этой гипотезой. Косслин (Kosslyn, 1995) утверждает, что в процессе воображения участвуют те же механизмы обработки порождаемой внутри психики информации, что и при восприятии информации извне.

Воображаемая информация представлена и обрабатывается теми же способами, которыми представлена и обрабатывается перцептивная информация.

Зрительное и пространственное воображение

Во многих случаях, когда мы думаем о больше не существующих картине или объекте, мы переживаем образ этой картины или объекта. Люди часто называют это «внутренним взором». В последние 40 лет было проведено множество исследований репрезентации знаний, лежащей в основе таких зрительных образов; эти репрезентации обычно называют *умственными образами*. Термин «образы» часто используется как синоним зрительных образов, хотя можно также иметь слуховые или осязательные образы. Поэтому в названии этого раздела речь идет о зрительных и пространственных образах. Это связано с тем, что часть наших образов не привязана к зрительной модальности, но более общим способом связана с местоположением вещей в пространстве.

Умственное вращение

Среди наиболее важных исследований умственных образов — серия экспериментов по умственному вращению, выполненных Роджером Шепардом и его коллегами. Первым был эксперимент Шепарда и Мецлера (Shepard & Metzler, 1971).

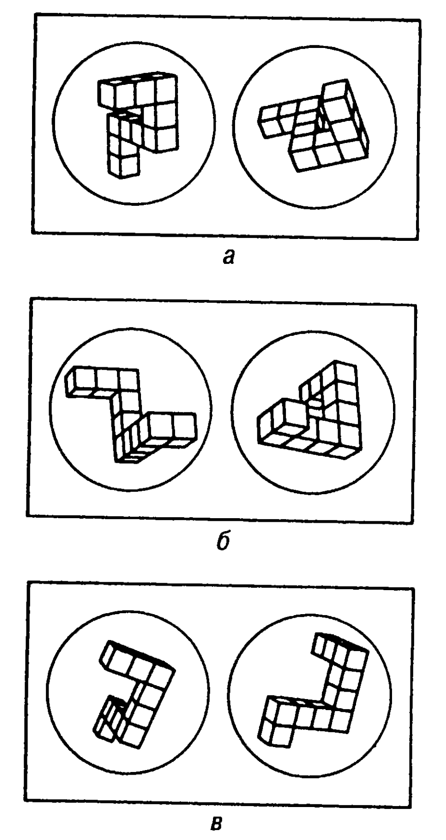


Рис. 4.4. Стимулы в исследовании умственного вращения, проведенном Шепардом и Мецлером (Shepard & Metzler, 1971): *а* — объекты повернуты относительно друг друга на 80°; *б* — объекты повернуты относительно друг друга на 80°; *в* — пара не может быть приведена в соответствие с помощью вращения (Metzler & Shepard, 1974)

Испытуемым предъявлялись пары двухмерных репрезентаций трехмерных объектов, пример которых приведен на рис. 4.4. Задача состояла в том, чтобы определить, были ли объекты идентичны без учета их ориентации. Две фигуры в части *а* идентичны друг другу и две фигуры в части *б* идентичны друг другу; просто они представлены в различных ориентациях. Испытуемые сообщают, что для сравнения двух форм они мысленно вращали один из объектов в каждой паре, пока он не совпадал с другим объектом. В части *в* изображены разные объекты: не существует никаких способов вращения одного объекта, при котором он стал бы идентичен другому.

Графики на рис. 4.5 показывают, сколько времени требовалось испытуемым, чтобы решить, что объекты в парах идентичны. Время реакции изображено как величина угла между двумя объектами, предъявленными испытуемым. Эта величина угла выражает, на сколько градусов должен быть повернут один объект, чтобы соответствовать другому объекту по ориентации. Обратите внимание, что отноше-

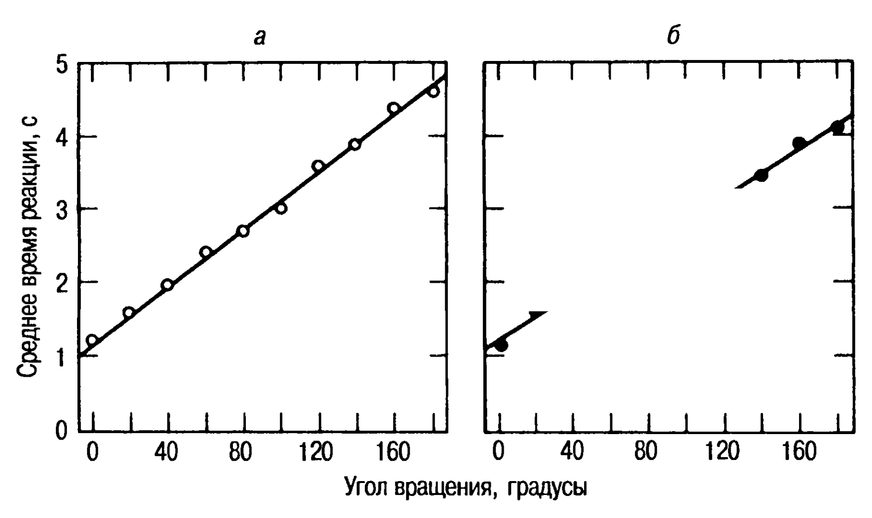


Рис. 4.5. Среднее время определения идентичности трехмерной формы двух объектов как функция величины угла между их изображениями; *а* — график для пар, отличающихся поворотом на плоскости изображения, *б* — график для пар, отличающихся поворотом в пространстве (Metzler & Shepard, 1974)

ния линейны — для каждого равного приращения угла вращения требуется равное приращение времени реакции. Графики времени реакции построены для двух различных видов вращения. Один — для двухмерного вращения (рис. 4.4, *а*), которое может быть выполнено в плоскости изображения (т. е. вращая страницу); другой — для вращения в трехмерном пространстве (рис. 4.4, *б*), которое требует, чтобы испытуемый вращал объект «в страницу». Обратите внимание, что две функции очень похожи. Обработка объекта в глубине пространства (в трех измерениях), очевидно, не требует большего времени, чем обработка в плоскости изображения. Следовательно, испытуемые должны оперировать трехмерными репрезентациями объектов и при условии обработки в плоскости изображения, и при условии обработки в глубине пространства.

На основании этих данных может показаться, что испытуемые вращают объект в трехмерном пространстве в своей голове. Чем больше угол между двумя объектами, тем дольше испытуемые осуществляют вращение. Конечно, на самом деле испытуемые не вращают объект в голове. Но каким бы ни был мыслительный процесс, он, по-видимому, аналогичен физическому вращению.

Записи нервной активности у обезьян предоставили некоторые данные о нервной репрезентации в течение умственного вращения. Георгопулос, Лурито, Петридес, Шварц и Масси (Georgopoulos, Lurito, Petrides, Schwartz, and Massey, 1989) заставляли обезьян выполнять задание, в котором они должны были поворачивать рукоять под определенным углом к данному стимулу. Например, если стимул появлялся на 12 ч, то они должны были передвинуть рукоять на 9 ч, т. е. на 90°. Если стимул появлялся на 6 ч, они должны были переместить рукоять на 3 ч. Чем больше угол, тем больше времени требуется обезьянам для того, чтобы начать движение, а это говорит о том, что данная задача включала в себя процесс умственного вращения. Георгопулос с коллегами записывали активность клеток в моторной

коре, в которых регистрировались разряды, когда обезьяна делала определенное движение. Когда обезьяна не должна изменять направление движения, но просто перемещает объект в определенном направлении, различные клетки реагируют на движения в различных направлениях. Когда обезьяна должна изменять направление движения, Георгопулос с коллегами обнаружили, что различные клетки реагировали в разное время во время изменения направления движения. Они также обнаружили, что в начале выполнения попытки с изменением движения, когда предъявлен стимул, наиболее активные клетки связаны с движением в направлении стимула. Но к концу выполнения попытки с изменением направления движения, когда обезьяна поворачивала рукоять, они обнаружили максимальную активность в клетках, связанных с движением. Между началом и концом выполнения попытки клетки, представляющие промежуточные направления, были максимально активны. Это указывает на то, что умственное вращение включало в себя постепенные изменения активности клеток, которые кодируют начальный стимул для клеток, которые кодируют преобразованный стимул. В главе 2 мы видели, что зрительные клетки чувствительны к местоположению и направлению. Вращение может включать в себя постепенное изменение активности клеток, представляющих различные позиции.

Постулирование связи между активностью клеток в моторной коре, расположенной там, где делали записи Георгопулос и его коллеги, и вращением зрительного образа может показаться странным. Но Дойч, Бурбон, Папаниколау и Эйзенберг (Deutsch, Bourbon, Papanicolaou, & Eisenberg, 1988) обнаружили, что, когда люди осуществляют умственное вращение, у них имеется активация в лобной и теменной областях коры, связанных с планированием и выполнением движений. Косслин (Kosslyn, 1995) предполагает, что умственное вращение обычно осуществляется при подготовке к моторным действиям, когда человек должен иметь дело с объектом в нестандартном положении. Например, если мы видим нож, мы должны вообразить, как повернуть руку, чтобы взять нож за черенок. Косслин утверждает, что умственный образ должен пройти промежуточные положения, потому что наши конечности должны пройти эти промежуточные положения при обращении с объектами.

Когда испытуемые должны изменить ориентацию умственного образа, чтобы сделать сравнение, они вращают его через промежуточные положения, пока он не принимает желаемую ориентацию.

Сканирование образа

Разыскивая некоторую важную информацию, мы часто сканируем умственные образы. Например, когда людей спрашивают, сколько окон в их доме, многие сообщают, что они зрительно просматривают дом, когда считают окна. Исследователей заинтересовало, в какой степени люди фактически просматривают перцептивные репрезентации в таких задачах в сравнении с простым вспоминанием абстрактной информации.

Брукс (Brooks, 1968) провел важную серию экспериментов на сканирование зрительных образов. Он предлагал испытуемым сканировать воображаемые схемы, подобные изображенной на рис. 4.6. Например, испытуемый должен был ска-

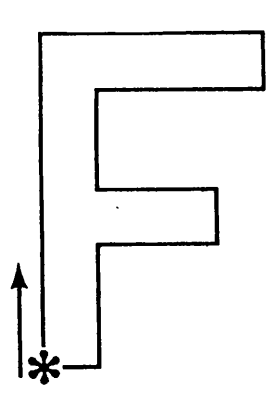


Рис. 4.6. Пример простой схемы, использованной Бруксом (Brooks, 1968), чтобы изучить сканирование умственных образов. Звездочка и стрелка показывают испытуемому начальную точку и направление для сканирования образа (© 1968 *Canadian Psychological Association*. Воспроизведено с разрешения)

нировать воображаемую форму *F* от указанной отправной точки и в указанном направлении, классифицируя каждый угол как точку, лежащую на крайней вершине или крайнем основании (ответ «да»), или как точку между ними (ответ «нет»). В данном примере правильная последовательность ответов такова: «да», «да», «да», «нет», «нет», «нет», «нет», «нет», «нет», «да». Для не зрительной контрастной задачи Брукс также давал испытуемым предложения типа *A bird in the hand is not in the bush* («Птица в руке — это не птица в кустах»). Испытуемые должны были сканировать такое предложение, удерживая его в памяти, и классифицировать каждое слово как существительное или не существительное. Второй экспериментальной переменной был способ, которым испытуемые давали ответы. Испытуемые: 1) говорили «да» и «нет»; 2) стучали левой рукой для «да» и правой рукой для «нет»; 3) указывали на последовательные *Y* или *N* на бланке, изображенном на рис. 4.7. Таким образом, учитывались еще две переменные: стимульный материал (схема или предложение) и форма ответа. В итоге получалось шесть условий эксперимента.

Таблица 4.1

Среднее время классификации в эксперименте Брукса (Brooks, 1968)

Стимульный материал	Ответ, с		
	Указывание	Стук	Речь
Схемы	28,2	14,1	11,3
Предложения	9,8	7,8	13,8

В табл. 4.1 приведены результаты эксперимента Брукса в терминах среднего времени, потраченного на классификацию предложений или диаграмм в условиях разных форм ответа. Для нас важно, что на диаграммы испытуемые тратили намного больше времени при условии указывания, чем при любом другом условии.

При работе с предложениями этого не наблюдалось. Очевидно, сканирование листа, подобного изображенному на рис. 4.7, противоречит сканированию умственного множества. Таким образом, этот результат подтверждает вывод о том, что, когда испытуемые сканируют умственное множество, они сканируют репрезентацию, аналогичную физическому множеству. Если заставить испытуемого одновременно выполнять конфликтующие действия сканирования на внешнем физическом множестве, это создаст большие помехи для умственного сканирования.

Иногда считают, что результат Брукса был обусловлен конфликтом между выполнением зрительной задачи на указывание и сканированием зрительного образа. Но результаты дальнейших исследований показывают, что помехи создаются не самим по себе зрительным характером задачи. Скорее, проблема связана с пространственным восприятием, а не со зрением и является результатом несовместимых направлений, в которых испытуемые должны были сканировать физическое множество в сравнении с умственным образом. Например, в другом эксперименте Брукс обнаружил свидетельства подобного конфликта, когда испытуемые закрывали глаза и давали ответы «да» или «нет», сканируя пальцами множество рельефных *Y* и *N*, подобных изображенным на рис. 4.7. В этом случае фактические стимулы были тактильными, а не зрительными. Таким образом, это не визуальный, а пространственный конфликт.

Баддли и Либерман (в кн. Baddeley, 1976) провели эксперимент, подтверждающий точку зрения, согласно которой конфликт в задаче Брукса носит скорее пространственный, а не зрительный характер. Испытуемых просили одновременно выполнять две задачи. Все испытуемые выполняли задачу Брукса на буквы и образы. Но испытуемые в одной группе одновременно контролировали последовательность стимулов двух возможных яркостей. Испытуемые должны были нажимать ключ

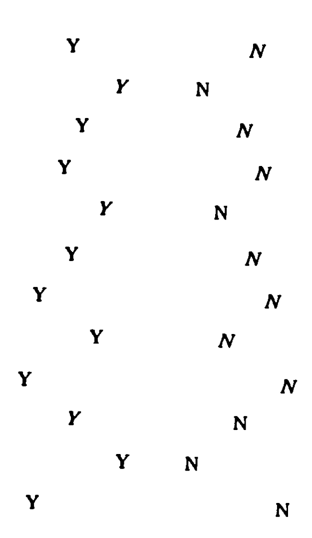


Рис. 4.7. Типовой бланк в условии указывания в эксперименте Брукса (Brooks, 1968) для умственного сканирования образа. Буквы расположены уступами, чтобы обеспечить тщательный зрительный контроль указывания (© 1968 *Canadian Psychological Association*. Воспроизведено с разрешения)

всякий раз при появлении более яркого стимула. Эта задача включала в себя обработку зрительной, а не пространственной информации. Испытуемым в другом условии завязывали глаза и усаживали перед качающимся маятником. Маятник издавал звук и содержал фотоэлемент. Испытуемым давалась инструкция пытаться удерживать луч прожектора на качающемся маятнике. Когда они попадали в цель, фотоэлемент изменял частоту тона, таким образом обеспечивая слуховую обратную связь. Это испытание включало в себя обработку пространственной, а не зрительной информации. Задача на пространственное слуховое слежение приводила к гораздо большему ухудшению выполнения задачи на сканирование образа, чем задача на оценку яркости. Этот результат также указывает на то, что характер ухудшения в задаче Брукса был пространственным, а не зрительным.

Люди испытывают помехи при сканировании зрительного образа, если они должны одновременно выполнять конфликтную обработку пространственной структуры в своем окружении.

Сравнение зрительных параметров

Значительное количество исследований сосредоточилось на том, как испытуемые оценивают зрительные детали объектов в своих умственных образах. Одно направление исследований состояло в том, что испытуемых просили сравнивать определенные параметры объектов, например размер. Такие исследования показали, что необходимое время для сравнения объектов уменьшается с увеличением разницы в размере объектов.

Мойер (Moyer, 1973) провел эксперимент, иллюстрирующий влияние такой задержки на оценку размера. Его интересовала скорость, с которой испытуемые могут оценивать относительный размер двух животных по памяти. Например, «Что больше: лось или таракан?» и «Что больше: волк или лев?» Многие люди со-

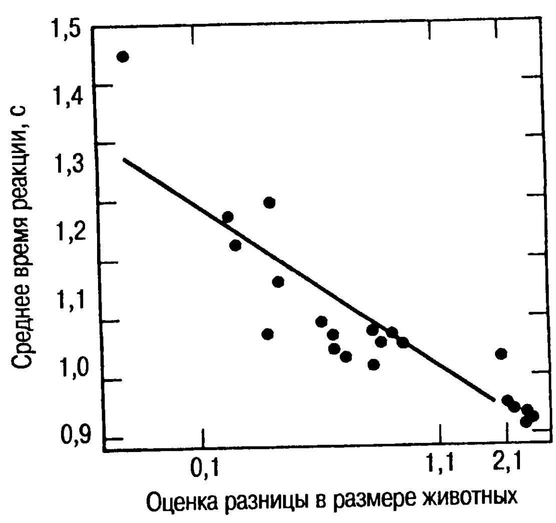


Рис. 4.8. Результаты исследования Мойер (Moyer, 1973): среднее время сравнения размеров двух животных как функция оценки разницы в размере двух животных. Величина различия указана на оси абсцисс в логарифмическом масштабе

общают, что, давая такие оценки, особенно близких по размеру объектов, они переживают образы двух объектов и, по-видимому, сравнивают размер объектов в этих образах.

Мойер также просил испытуемых оценить абсолютный размер этих животных. Он установил зависимость времени реакции для осуществления «умственного сравнения размера» между двумя животными от различий между оценками размеров этих животных. Эти данные представлены на рис. 4.8. Отдельные точки представляют сравнения между парами объектов. Вообще, время оценки уменьшается по мере того, как увеличивается разница в оценках размера. График показывает, что существует близкое к линейному отношение между осью абсцисс и осью ординат. Обратите внимание, что по оси абсцисс различия возрастают в логарифмическом масштабе. То есть если *S1* — размер большего животного (животное 1) и *S2* — размер меньшего животного (животное 2), то на оси абсцисс отражена величина *log*(*S1*–*S2*). Логарифмическая шкала делает расстояние между маленькими различиями бо́льшим относительно тех же самых расстояний между большими различиями. Таким образом, линейные отношения на рисунке означают, что увеличение разницы в размере уменьшает время реакции.

Интересно, что очень похожие результаты были получены, когда испытуемые сравнивали фактические физические величины. Например, Джонсон (Johnson, 1939) просил испытуемых оценить, какая из двух одновременно предъявленных линий была длиннее. На рис. 4.9 время оценки указано как функция от логарифма разницы в длине линии. Здесь также получается линейное отношение. Есть основания ожидать, что перцептивные оценки потребуют тем больше времени, чем более будут похожи сравниваемые величины, так как в таких обстоятельствах различие определить труднее. Тот факт, что подобные функции получены при

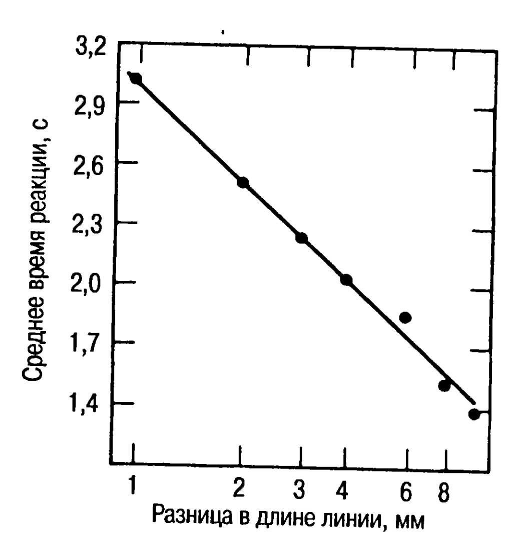


Рис. 4.9. Результаты исследования Джонсона (Johnson, 1939): среднее время сравнения размеров двух линий как функция разницы в длине линий. Величина различия указана на оси абсцисс в логарифмическом масштабе

сравнении умственных объектов, указывает на то, что при умственном сравнении отмечаются трудности, сходные с имеющимися при перцептивном сравнении.

Так же как с изображениями, испытуемые испытывают большие затруднения в оценке относительного размера двух близких по размеру образов.

Два типа воображения

Мы рассмотрели исследование Брукса, указывающее, что люди чувствительны к пространственной структуре образов, и исследование Мойера, указывающее, что люди обрабатывают такие зрительные детали, как размер. Важность различия между пространственными и зрительными признаками образов подтверждена и другими исследованиями. Пространственные репрезентации не привязаны к зрительной модальности, к ним также можно получить доступ тактильным или слуховым путем. По-видимому, имеется общая пространственная репрезентация, которая может получать информацию любой модальности. С другой стороны, некоторые аспекты зрительного опыта, например цвет, уникальны для зрительной модальности и кажутся совершенно отличными от пространственной информации. Интуитивно кажется, что образы включают в себя и пространственный, и зрительный компоненты.

Фарах, Хаммонд, Левайн и Кальванио (Farah, Hammond, Levine, & Calvanio, 1988) получили доказательства существования обоих видов воображения — включающих в себя зрительные и пространственные свойства. В главах 1 и 2 мы отметили, что задачи на распознавание зрительных объектов и паттернов, казалось, выполнялись в височной доле, тогда как зрительные или тактильные задачи, которые включали в себя местоположение объектов, имели тенденцию выполняться в теменной доле. Фарах с коллегами утверждают, что те же корковые области используются в задачах на воображение, которые не включают в себя никаких внешних стимулов. Они также утверждают, что задачи на воображение, которые включают в себя пространственные суждения, будут выполняться в теменной области и не будут обнаруживать влияния определенных модальностей. Напротив, задачи на воображение, которые требуют доступа к зрительным деталям, будут выполняться в височной области и обнаруживать влияния определенных модальностей.

Фарах с коллегами получили некоторые подтверждающие данные в исследовании испытуемого, имеющего двустороннее повреждение височной области. Они сравнили выполнение им разнообразных задач на воображение с таковым у нормальных испытуемых. Они обнаружили, что он имел проблемы только с теми задачами, где должен был по памяти назвать цвет, размер, сравнить длину и форму тех или иных предметов. Напротив, он не обнаруживал никаких нарушений при решении задач, которые, казалось, включали в себя значительное количество пространственной обработки — умственное вращение, сканирование образа, сканирование букв (как на рис. 4.7) или суждение о том, где один штат находится по отношению к другому штату. Таким образом, повреждение в височной области, казалось, затрагивало лишь те задачи на воображение, которые требовали доступа к зрительным деталям, а не те, которые требовали пространственных оценок. Вероятно, пространственная информация в воображении может быть независима от

модальности, но мы имеем отдельную систему воображения, которая начинает действовать, когда мы должны обрабатывать зрительную информацию.

Нейропсихологические данные указывают на то, что за пространственные и зрительные аспекты воображения могут отвечать различные области мозга.

Похожи ли зрительные образы на зрительное восприятие?

Существует важная проблема, касающаяся степени, в которой зрительное воображение похоже на зрительное восприятие. В одном эксперименте Финке, Пинкер и Фарах (Finke, Pinker, & Farah, 1989) просили испытуемых создавать умственные образы и затем осуществлять ряд преобразований этих образов. Вот пара примеров проблем, которые они зачитывали испытуемым.

> Вообразите заглавную букву *N*. Проведите линию от верхнего правого угла к нижнему левому углу.
>
> Вообразите заглавную букву *D*. Поверните фигуру на 90° влево. Теперь снизу поместите заглавную букву *J*. Что вы видите?

Испытуемые закрывали глаза и пытались вообразить эти преобразования. Испытуемые могли опознать свои сложные образы, так же как если бы они были им предъявлены. В первом из вышеуказанных случаев они видели песочные часы, во втором случае — зонтик. Способность выполнять такие задачи иллюстрирует важную функцию воображения, заключающуюся в том, что оно предоставляет нам возможность строить новые объекты в нашем сознании и рассматривать их. Именно этот вид зрительного синтеза осуществляют инженеры-строители или архитекторы, работая над новыми проектами.

Исследование Финке и коллег показывает, что мы можем судить о воображаемых объектах и приходить к тем же выводам, как и в случае, когда мы видим эти объекты. Но действительно ли воображаемые объекты те же, что и видимые объекты? Исследователи изучали, воспроизводятся ли тонкие свойства, связанные со зрительным восприятием, в умственных образах. Например, Уоллес (Wallace, 1984) провел эксперимент, который включал в себя предъявление испытуемым стимулов, изображенных на рис. 4.10, *а* или 4.10, *б*. В части *б* их просили вообразить перевернутую *V*, наложенную на две горизонтальные линии так, чтобы их умственный образ имел те же компоненты, что и физический стимул в части *а*.

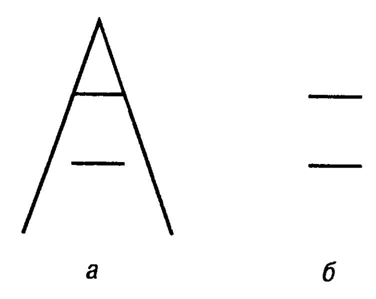


Рис. 4.10. Фигуры, использовавшиеся Уоллесом (Wallace, 1984) для изучения иллюзии Понцо в воображении. (Воспроизведено с разрешения *Psychonomic Society, Inc.*)

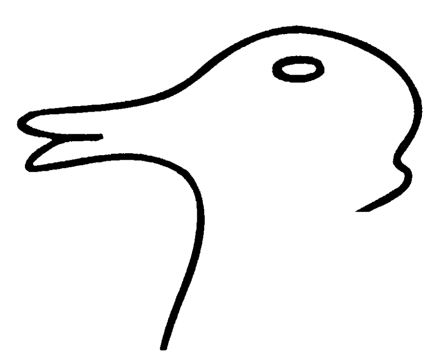


Рис. 4.11. Двусмысленная фигура кролика—утки. (Chambers & Reisberg, 1985. Воспроизведено с разрешения *APA*)

Испытуемые в обоих условиях должны были оценить длину двух горизонтальных линий. Испытуемые в части *а* оценивали верхнюю линию как более длинную, хотя она не была таковой. Это повторяет классическую иллюзию в зрительном восприятии, известную как иллюзия Понцо (Berbaum & Chung, 1981). Испытуемые в условии воображения, которым показывали только две линии в части *б*, оценивали верхнюю линию как более длинную и с той же частотой. Таким образом, система образов, очевидно, может воспроизводить детальную зрительную иллюзию, что указывает на явную эквивалентность воображения и восприятия.

Чамберс и Райсберг (Chambers & Reisberg, 1985) сообщали об исследовании, которое, казалось, указывало на существование различий между воображением и фактическим наблюдением объекта. Их исследование включало в себя обработку двусмысленных фигур, подобных фигуре кролика—утки на рис. 4.11. Испытуемым ненадолго показывали фигуру и просили представить ее в воображении. Испытуемым хватало времени только для того, чтобы вообразить одну интерпретацию изображения, прежде чем оно было удалено, но их просили попытаться найти вторую интерпретацию изображения. Испытуемым не удавалось этого сделать. Затем их просили нарисовать этот образ на бумаге, чтобы увидеть, смогут ли они после этого интерпретировать его иначе. При таких условиях им удавалось это сделать. Это говорит о том, что зрительные образы отличались от изображений тем, что были связаны с определенной интерпретацией.

Но не так давно Петерсон и коллеги (Peterson et al., 1992) смогли заставить испытуемых реинтерпретировать образы, давая им более явные инструкции. Например, испытуемым могли сказать, каким способом реинтерпретировать другую фигуру, или давали инструкцию рассматривать заднюю часть головы животного в их образе как переднюю часть головы другого животного. Таким образом, кажется, что труднее реинтерпретировать образ, чем изображение, но в обоих случаях это возможно. Вообще, по-видимому, труднее обрабатывать образ, чем фактический стимул. При возможности выбора люди будут почти всегда выбирать обработку фактической ситуации, а не воображаемой. Например, игроки в «Тетрис», чтобы найти подходящую ориентацию, предпочитают вращать формы на экране, а не в голове (Kirsh & Maglio, 1994).

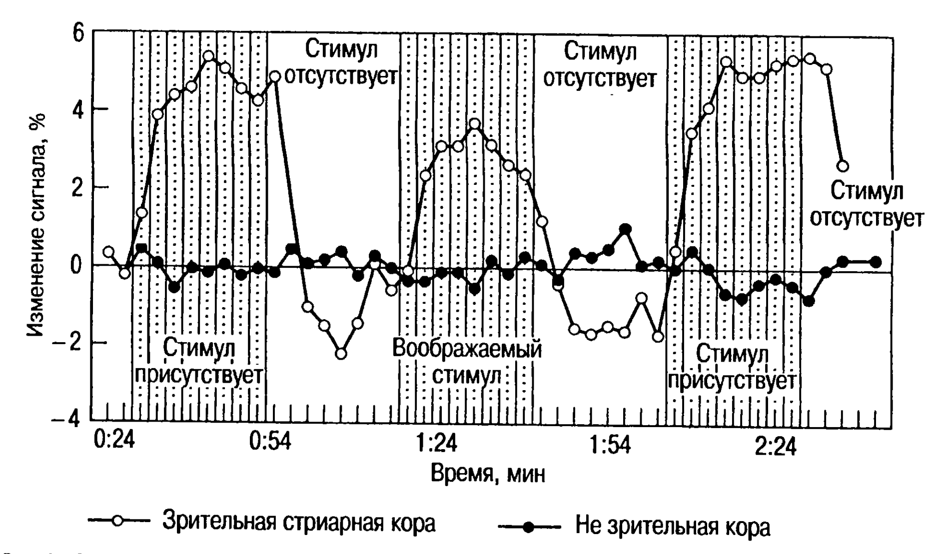


Рис. 4.12. График активности в стриарной коре, измеренной с помощью ФОМР, как функция активности испытуемого. Уровень активности при воображаемом стимуле очень похож на уровень активности при наличии стимула

В дополнение к поведенческим данным, которые, как мы увидели, говорят о подобии между восприятием и воображением, имеются данные о воображении на нервном уровне. Например, Косслин и коллеги (Kosslyn et al., 1993) сравнивали воображение и восприятие. Они предлагали испытуемым либо рассматривать печатные буквы, либо воображать их. Они измеряли активность в первичной зрительной коре (поле 17 на карте мозга на внутренней стороне обложки), используя метод ПЭТ, описанный в главе 1. Это область, куда сначала попадает зрительная информация, поступающая в мозг от подкорковых структур, и она участвует в восприятии относительно низкого уровня. В другом исследовании авторы просили испытуемых вообразить большие и маленькие буквы. В условии маленьких букв активность в зрительной коре отмечалась в задней области, расположенной ближе к тому месту, где представлен центр поля зрения (вспомните, что поле зрения представлено в коре топографически). Это имеет смысл, потому что маленький образ будет более сконцентрирован в центре поля зрения.

Риан и коллеги (Rihan et al., 1993) обнаружили подобные факты, используя метод ФОМР, также описанный в главе 1. Испытуемым либо показывали паттерны, либо просили их вообразить эти паттерны. Делалась запись активности той же первичной зрительной коры, которую изучали Косслин и коллеги. На рис. 4.12 показаны результаты в терминах количества корковой активности, измеренной методом ФОМР. Когда испытуемые воображают стимул, отмечается почти такая же активность коры, как когда стимул присутствует. Это исследование и исследование Косслина с коллегами указывают на участие основной зрительной обработки в воображении.

Зрительные образы имеют много общих свойств с продуктами зрительного восприятия, но реинтерпретировать зрительные образы не так легко, как фактические изображения.

Иерархическая структура образов

Сложные умственные образы обычно состоят из частей, каждая из которых представляет собой фрагмент целой структуры. Рассмотрим рис. 4.13, *а*, который иллюстрирует эту мысль. Рид предъявлял испытуемым такие формы и просил, чтобы они удерживали образы этих форм в сознании (Reed, 1974; Reed & Johnsen, 1975). Форма удалялась, и испытуемым предъявлялись части формы, подобные показанным на рис. 4.13, *б* и *в*. Испытуемые могли идентифицировать форму *б* как часть формы *а* в 65% случаев, а форму *в* — только в 10% случаев. Причина этого различия заключалась в том, что образ формы *а* у испытуемых состоял из частей типа *б*, а не формы *в*. Как мы отметили ранее относительно эксперимента Палмера (см. рис. 2.13), информация, поступающая от зрительного восприятия, имеет подобную иерархическую организацию.

Сложные образы могут быть сформированы из иерархии единиц. Например, на рис. 4.14 показано одно из возможных иерархических разложений фигуры, изображенной на рис. 4.13, *а*. Ее можно рассматривать как составленную из двух фигур песочных часов, которые образованы двумя треугольниками. Кроме того,

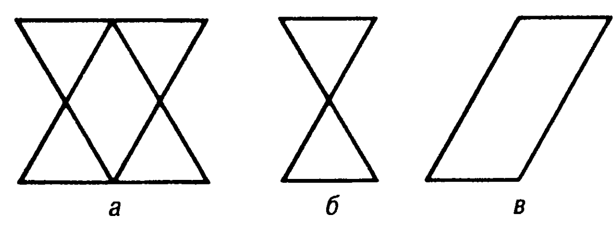


Рис. 4.13. Формы, используемые Ридом в его исследовании компонентов образов. Формы *б* и *в* содержатся в форме *а*. Но испытуемые, по-видимому, видят форму *б* как часть формы *а* более легко, чем форму *в* как часть формы *а* (Reed, 1974)

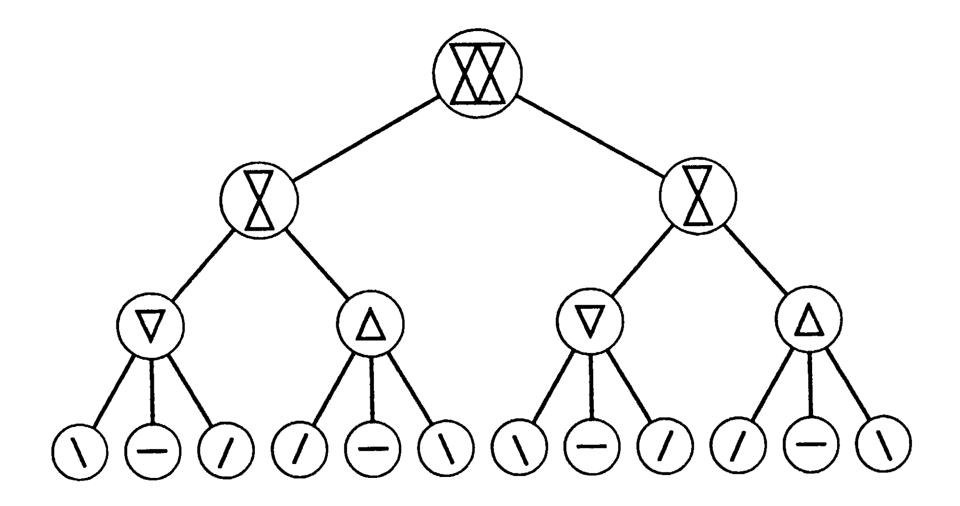


Рис. 4.14. Одно возможное иерархическое разложение фигуры, изображенной на рис. 4.13, *а*

образы самих треугольников состоят из единиц — а именно линий. Для обозначения единицы репрезентации знания, подобной этому треугольнику, в когнитивной психологии часто используется термин *чанк* (от англ. *chunk* — кусок) (Miller, 1956; Simon, 1974). На одном уровне чанк объединяет в себе множество простых единиц. На другом уровне это основная единица в большей структуре. Испытуемые, которые имели такую иерархическую репрезентацию этой фигуры, были способны быстро распознать рис. 4.13, *б*, потому что это меньший чанк их образа.

В другом исследовании в попытке найти доказательства иерархической организации пространственных образов Мак-Намара, Харди и Хиртл (McNamara, Hardy, & Hirtle, 1989) предлагали испытуемым войти в комнату размером 20×22 фута и попытаться запомнить местоположение 28 объектов, как это показано на

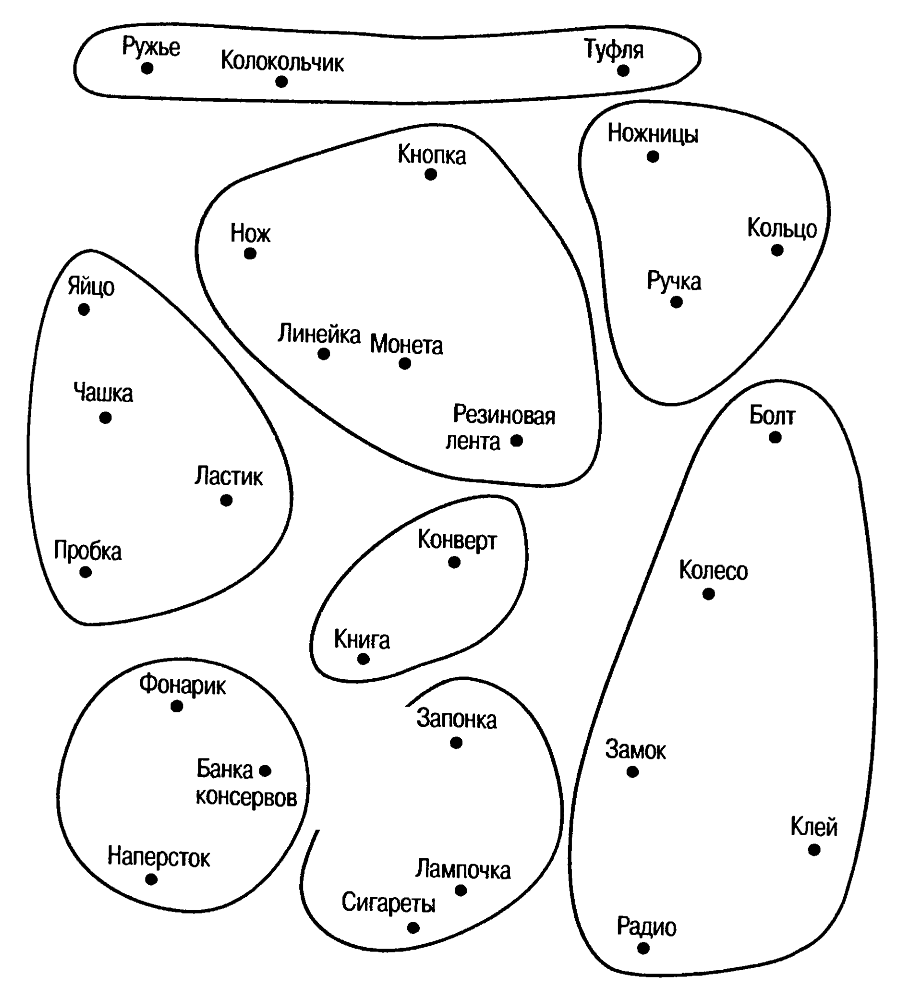


Рис. 4.15. Расположение предметов, использованное в эксперименте Мак-Намары с коллегами (McNamara et al., 1989). Круги указывают иерархическую организацию, созданную одним испытуемым на этом множестве. Круги включают в себя объекты из одного чанка

рис. 4.15. С помощью различных измерений они смогли показать, что испытуемые разбивали всю комнату на подобласти и формировали отдельные подобразы объектов в специфической подобласти. Например, испытуемые были способны быстрее вспомнить, что они видели объект из подобласти, если они только что вспомнили другой объект из той же подобласти, чем если они вспомнили объект на том же расстоянии от данного объекта, но из другой подобласти. Каждый испытуемый разбивал комнату на подобласти в индивидуальной манере. На рис. 4.15 показано, как организовывал объекты один из испытуемых.

Зрительные образы организованы иерархически, при этом в больших частях образа (чанках), выделяются меньшие части (чанки).

Когнитивные карты

Другая важная функция зрительного воображения состоит в оценке пространственной структуры нашего окружения. Наши воображаемые репрезентации мира часто называют *когнитивными картами*. В случае когнитивных карт связь между воображением и действием особенно очевидна. Мы часто воображаем нашу окружающую среду, когда планируем, как мы доберемся из одного места в другое.

Имеются доказательства, что по мере развития детей их когнитивные карты изменяются от того, что называется картами маршрута, до топографических карт (Hart & Moore, 1973). Взрослые часто обнаруживают ту же последовательность в изучении новой области. Карта маршрута — дорожка, которая указывает опреде-

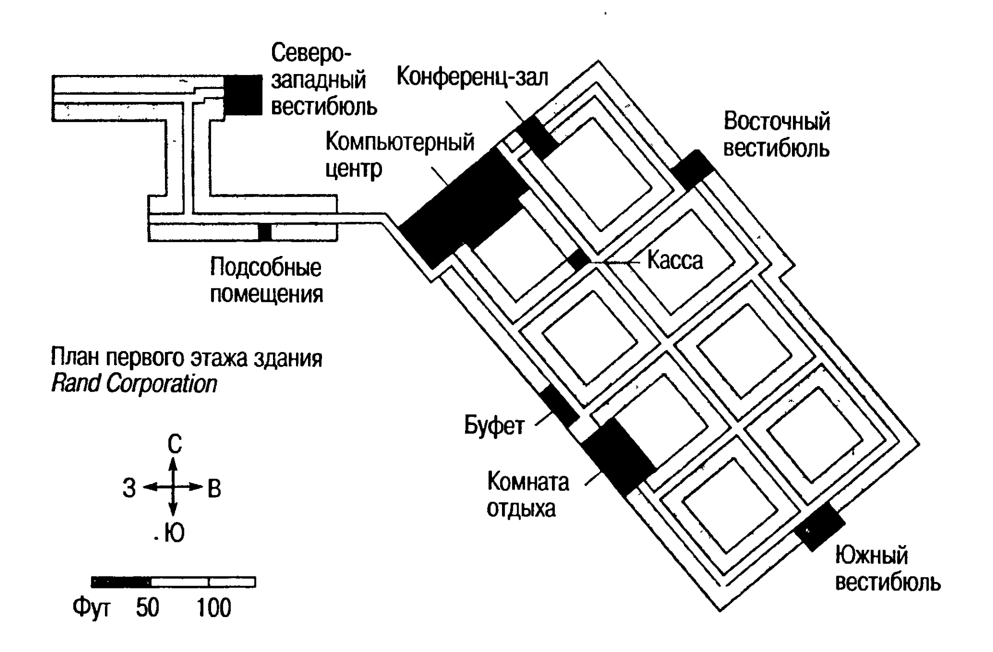


Рис. 4.16. План этажа здания *Rand Corporation*, использовавшийся в исследовании Торндайка и Хайс-Рота (Thorndyke & Hayes-Roth, 1982)

ленные места, но не содержит никакой двухмерной информации. Так, если ваша «дорожка» из пункта 1 в пункт 2 заблокирована, вы не будете иметь никакого представления о том, где находится пункт 2, и поэтому не сможете найти обходный путь. К тому же, если вы знаете два маршрута из одного исходного пункта, вы не будете иметь никакого понятия о том, образуют ли эти маршруты угол 90° или угол 120° относительно друг друга. Топографическая карта, напротив, содержит эту информацию.

Торндайк и Хайс-Рот (Thorndyke & Hayes-Roth, 1982) исследовали знания секретарей в здании фирмы *Rand* (см. рис. 4.16) — большом, похожем на лабиринт здании в Санта-Монике, штат Калифорния. Они обнаружили, что секретари быстро приобретали способность найти путь из одного места здания в другое — например, от подсобных помещений до кассы. Это знание представляет собой карту маршрута. Но обычно секретари должны были проработать несколько лет в здании фирмы *Rand*, чтобы научиться определять такие характерные для топографических карт параметры, как путь из помещения для ксерокопирования в помещение для завтрака.

С опытом репрезентации нашей окружающей среды типа карт маршрута развиваются в репрезентации типа топографических карт.

Искажения карты

Ментальные карты испытуемых, по-видимому, имеют иерархическую структуру, связанную с другими пространственными образами. Рассмотрим вашу ментальную карту Соединенных Штатов. Она, вероятно, разделена на области, а эти области на штаты, а в пределах штатов, возможно, указаны города. Оказывается, что некоторые систематические искажения возникают из-за иерархической структуры этих ментальных карт. Стивенс и Коуп (Stevens & Coupe, 1978) составили список неправильных представлений, которые имеются у людей относительно географии Северной Америки. Рассмотрим следующие вопросы, взятые из их исследования.

1. Что расположено восточнее: Сан-Диего или Рино?
2. Что расположено севернее: Сиэтл или Монреаль?
3. Что расположено западнее: вход в Панамский канал со стороны Атлантического океана или со стороны Тихого океана?

Первый названный вариант — правильный ответ в каждом случае, но большинство людей придерживаются неправильного мнения. Рино кажется расположенным восточнее, потому что штат Невада находится к востоку от Калифорнии, но этот аргумент не принимает во внимание искривления береговой линии Калифорнии. На вопрос о Сиэтле и Монреале люди часто дают неправильный ответ исходя из того, что Канада севернее США. Но на восточном участке, где расположен Монреаль, американо-канадская граница проходит намного южнее, чем на западе, где расположен Сиэтл. Атлантика, конечно же, восточнее Тихого океана, но обратитесь к карте, если хотите проверить себя в вопросе о Панамском канале. География Северной Америки весьма сложна, и испытуемые прибегают к абстрактным фактам, касающимся относительного местоположения больших физических

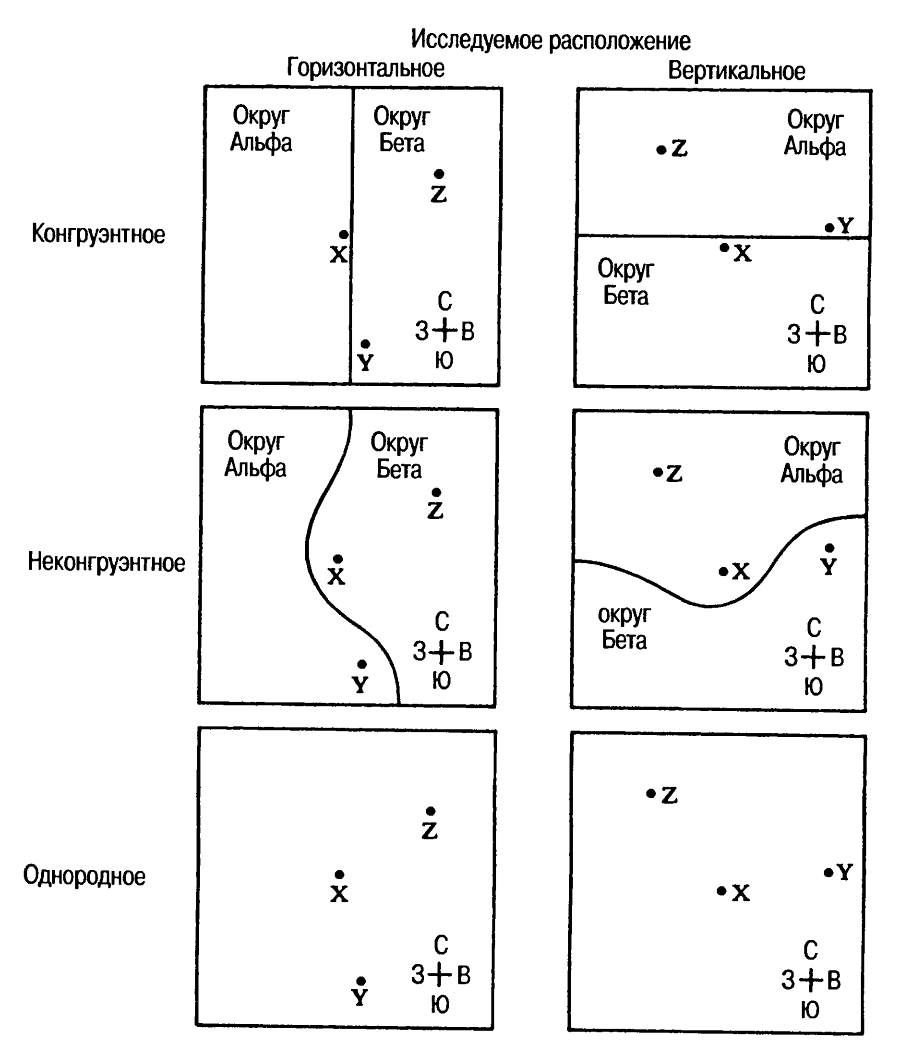


Рис. 4.17. Карты, изучавшиеся испытуемыми в экспериментах Стивенса и Коупа (Stevens & Coupe, 1978), демонстрируют влияние информации «более высокого порядка» (расположение границ округов) на вспоминание испытуемыми местоположения городов

частей (например, Калифорнии и Невады), чтобы судить о местоположении меньших участков территории (например, Сан-Диего и Рино).

Стивенс и Коуп смогли продемонстрировать подобные ошибки с помощью карт, специально созданных для эксперимента. На рис. 4.17 показаны карты, которые изучали различные группы испытуемых. Важная особенность неконгруэнтных карт состоит в том, что относительное местоположение округов Альфа и Бета не соответствует относительному местоположению городов *X* и *Y*. После изучения карт испытуемым задавали ряд вопросов относительно местоположения городов, включая вопрос: «Находится ли город *X* к востоку или к западу от города *Y*?» для

арт, приведенных на рисунке слева, и: «Находится ли город *X* к северу или к югу т города *Y*?» для карт, приведенных справа. Испытуемые ошибались в 18% слу-чаев при ответе на этот вопрос для конгруэнтных карт и в 15% случаев для одно-родных карт, но они ошибались в 45% случаев для неконгруэнтных карт. Испы-туемые использовали информацию о местоположении округов, чтобы вспомнить местоположение городов. Эта уверенность в информации «более высокого поряд-ка» приводила к тому, что они делали ошибки, точно так же как подобная аргу-ментация может вести к ошибкам при ответе на вопросы относительно географии Северной Америки.

Когда люди должны сделать вывод об относительном положении двух мест, они часто рассуждают в терминах относительных положений бóльших областей, которые включают в себя эти два места.

Перевод слов в образы

Другое важное приложение пространственного познания — ситуации, когда мы слышим текстовое описание пространственной структуры и должны придумать образ описанной ситуации. Например, так бывает, когда мы обрабатываем направления, описание события или слушаем трансляцию спортивного мероприятия. Британский психолог Алан Баддели сообщил, что он не мог вести машину, пытаясь следить за игрой в американский футбол по радио, из-за противоречивых образов. В качестве примера задачи на построение пространственного образа, попробуйте прочитать описание в табл. 4.2. Франклин и Тверски (Franklin & Tversky, 1990) предъявляли испытуемым такие рассказы. После чтения этих рассказов испытуемых просили переориентироваться в соответствии со следующим описанием.

Когда вы стоите на балконе, вы поворачиваете ваше тело на 90° вправо, и теперь стоите перед лампой. Вы снова смотрите на короткую палку, которой она крепится к стене. Возможно, это подстраховка на случай землетрясения.

Таблица 4.2

Вы ведете дружескую беседу в опере. Сегодня вечером вы пришли, чтобы встретиться и поболтать с интересными представителями деловой элиты. В настоящий момент вы стоите у перил широкого, изящного балкона, оглядывая первый этаж. Сразу позади вас, на уровне ваших глаз, находится декоративная лампа, прикрепленная к стене балкона. Основание лампы, которое прикреплено к стене, позолочено. Прямо перед вами, на ближащей к балкону стене, вы видите большую бронзовую мемориальную доску, посвященную архитектору, спроектировавшему этот театр. Портрет архитектора, так же как нескольких предложений о нем, слегка выделяются на бронзовом фоне. На полке справа от вас находится красивый букет цветов. Вы видите, что он в основном составлен из красных роз и белых гвоздик. Посмотрев наверх, вы видите, что большой громкоговоритель установлен на потолке театра приблизительно в 20 футах прямо над вами. По его ориентации вы предполагаете, что это частный громкоговоритель для руководителей, которые сидят на этом балконе. Наклонившись через перила балкона и посмотрев вниз, вы видите, что сразу под вами на первом этаже стоит мраморная скульптура. Вы присматриваетесь, видите, что это изваяние обнаженного юноши, и предполагаете, что это может быть воспроизведение «Давида» Микеланджело.

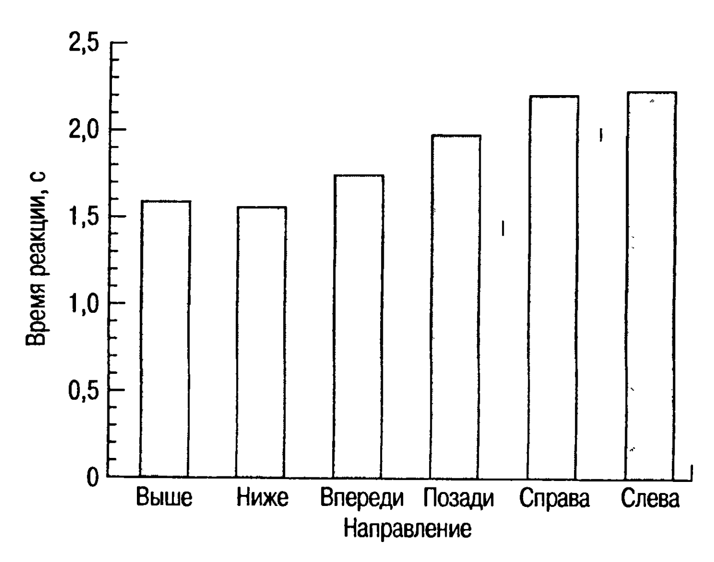


Рис. 4.18. Время, потраченное на идентификацию объектов в различных направлениях (Franklin & Tversky, 1990)

Затем их просили оценить, в каком направлении находились определенные объекты. Например, их могли попросить сказать, что находилось над ними. В различных испытаниях их просили сказать, что находится справа от них, слева от них, выше их, ниже их, позади них и перед ними.

На рис. 4.18 показано время, которые испытуемые потратили на суждения относительно различных направлений. Как можно заметить, испытуемые быстрее всего оценивали направления «выше—ниже» и медленнее всего — направления «справа—слева». Франклин и Тверски указывают, что такие результаты имеют смысл, если мы предполагаем, что испытуемые строят пространственную структуру при чтении данного описания. Вертикальная ось «верх—низ» и горизонтальная ось «спереди—сзади» весьма существенны, когда мы передвигаемся в реальном мире. Напротив, мы допускаем много ошибок, связанных с левым и правым направлениями, из-за двусторонней симметрии нашего тела. Мы допускаем подобные ошибки относительно левого и правого направлений и в наших образах.

В другом эксперименте Тейлор и Тверски (Taylor & Tversky, 1992) сравнили относительную эффективность трех типов пространственной информации: того, что они назвали описанием маршрута, того, что они назвали топографическими описаниями, и настоящих карт. Описания маршрута описывали воображаемое путешествие по окружению, тогда как топографические описания давали описание окружения с высоты птичьего полета. Затем испытуемые должны были проверить утверждения относительно окружения, касающиеся описаний маршрута или топографических описаний. Топографическое описание было следующим:

Дорога Хосшу идет по северному берегу озера Пиджин.

Описание маршрута было следующим:

При движении от здания муниципалитета до бензоколонки справа от вас будет Главная улица.

Испытуемых просили оценить, были ли эти предложения истинными по отношению к окружению. Они одинаково быстро оценивали такие вопросы, было ли это описание маршрута, топографическое описание или настоящие карты. На основе этих данных Тейлор и Тверски делают вывод, что люди весьма эффективны при построении когнитивных карт из вербальных описаний.

Мы можем преобразовывать вербальные описания в когнитивные карты нашего окружения.

Репрезентация вербальной информации

Второй тип репрезентации знания в схеме двойного кодирования Паивио был вербальным. Как и в случае со зрительными образами, имеются данные, указывающие на наличие разных типов вербальных образов. Например, можно попробовать найти различие между репрезентацией звучания слова в сравнении с напечатанным словом. Кроме того, имеется один компонент вербальных репрезентаций — связанный с их порядком, который, по-видимому, применим не только к вербальному материалу. Слова — это лишь один вид объектов, которые могут быть упорядочены в последовательность. Существует, например, последовательность событий или последовательность папок в ящике стола. В когнитивной психологии считается, что мы обладаем некоторой общей способностью к рассуждениям о последовательном порядке, независимом от вида упорядочиваемой вещи. Таким образом, ситуация относительно репрезентации вербальной информации аналогична ситуации со зрительным воображением. Там мы видели доказательства того, что существовали отдельные репрезентации немодальной пространственной информации и образной информации. Соответственно, по-видимому, имеются отдельные репрезентации немодальной упорядоченной последовательности и звуковых или сенсорных свойств вербального материала. Относительно сенсорных свойств та же последовательность слов будет представлена совершенно по-другому в зависимости от того, написана она или воспринимается на слух.

Многие из исследований вербальной памяти основаны на предъявлении испытуемым ряда вербальных стимулов, чтобы затем они повторили их. Например, испытуемым могут предъявлять последовательность букв и просить их повторить эту последовательность. Один из фактов, указывающих на акустическую репрезентацию, состоит в существовании акустических ошибок в ответах испытуемых. Конрад (Conrad, 1964) обнаружил, что испытуемые, когда неправильно вспоминают буквы, часто называют букву, похожую по звучанию. Например, если их просили вспомнить последовательность букв *HBKLMW*, испытуемые с большей вероятностью неправильно вспоминали вместо *B* похожую по звучанию *V*, чем *S*. Приведу следующий пример акустической ошибки из жизни: в детстве, произнося «Клятву верности флагу Соединенных Штатов», моя жена постоянно произносила вместо слов «наша непобедимая нация» слова «наша невредимая нация»!

В экспериментах также получены данные о репрезентации последовательно упорядоченной информации. Хотя многие из этих исследований проведены с использованием букв, слов или других вербальных стимулов, подобные результаты могут быть получены при изучении запоминания последовательности изображений или событий. В типичном эксперименте предъявляют последовательность

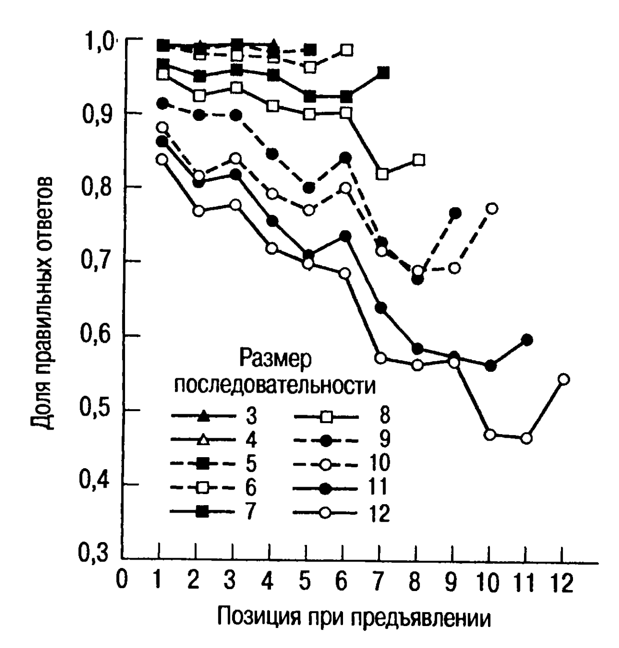


Рис. 4.19. Вероятность правильного вспоминания порядкового места стимула в последовательных списках различной длины (Anderson, Bothell, Lebiere, & Matessa, 1998)

элементов и измеряется точность воспроизведения испытуемыми этих элементов. В таком исследовании отмечается поразительное явление, которое называют передним якорением (*front anchoring*). Испытуемые намного лучше вспоминают первые элементы списка. На рис. 4.19 отражены некоторые данные из эксперимента, который автор провел вместе со своими коллегами (Anderson, Bothell, Lebiere, & Matessa, 1998). Мы изучали, как испытуемые вспоминают последовательности цифр разной длины (от 3 до 12). На рисунке построен график вероятности правильного вспоминания элемента как функции того, где он расположен в списке. Эти данные говорят о высоком уровне вспоминания первых элементов списка; затем уровень вспоминания уменьшается до самого конца, где имеется маленький подъем для последнего элемента. Преимущество первых элементов списка, по-видимому, справедливо не только для людей. Чен, Шварц и Террас (Chen, Swartz, & Terrace, 1997) показали подобное преимущество при вспоминании первых элементов, когда обезьяны воспроизводили последовательности объектов. Однако другие виды не показывают таких результатов. Например, голуби могут помнить последовательности элементов и воспроизводить их, клюя что-либо. В таких задачах голуби показывают лучшую память для последних элементов в последовательности и не обнаруживают никакого преимущества первого элемента.

Эксперимент Стернберга (Sternberg, 1969) также показывает важность переднего якорения при предъявлении последовательности. Он просил испытуемых запомнить последовательности длиной до 7 цифр и затем назвать элемент списка, следующий за определенной цифрой. Так, испытуемому могли предъявить последовательность 38926 и попросить назвать цифру, стоящую после 9; в данном слу-

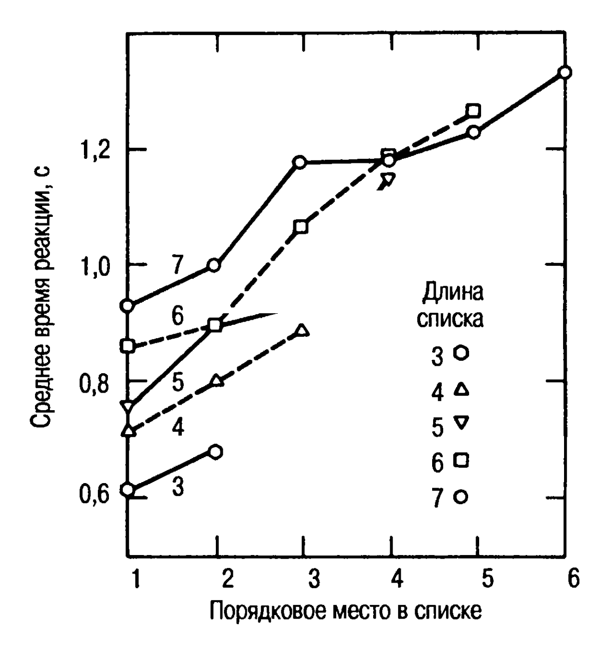


Рис. 4.20. Время для воспроизведения следующей цифры в последовательности цифр как функция порядкового места в последовательности и длины списка (Sternberg, 1969)

чае, цифру 2. На рис. 4.20 показаны результаты его эксперимента как функция позиции стимульной цифры в последовательности цифр в списках различной длины. Обратите внимание, что испытуемые быстрее всего дают ответ на первую цифру и что время, затраченное на ответ, увеличивается к концу последовательности. Предполагалось, что испытуемые отвечают на такие вопросы, вспоминая список с начала и продвигаясь по нему вперед, пока не дойдут до стимульной цифры, и затем называют цифру, следующую за ней.

Последовательно упорядоченная информация репрезентируется таким образом, что информация о первых элементах является наиболее доступной и мы можем последовательно перебирать информацию.

Иерархическое кодирование последовательно упорядоченной информации

До сих пор мы обсуждали репрезентацию довольно коротких последовательностей элементов. А что происходит с более длинными последовательностями? Имеются веские доказательства того, что испытуемые хранят длинные последовательности иерархически, с меньшими последовательностями в качестве единиц в больших последовательностях. Это похоже на иерархическую репрезентацию умственных образов (см. рис. 4.14). Например, рассмотрим, как люди могут репрезентировать порядок 26 букв в алфавите. Возможная иерархическая репрезентация, основанная на «Песне алфавита», показана на рис. 4.21. Эта песня в свою очередь основана на ритме и мелодии песенки *Twinkle, Twinkle Little Star*, и это соответствие также показано на рисунке. Таким образом, алфавит — это иерархическая структура,

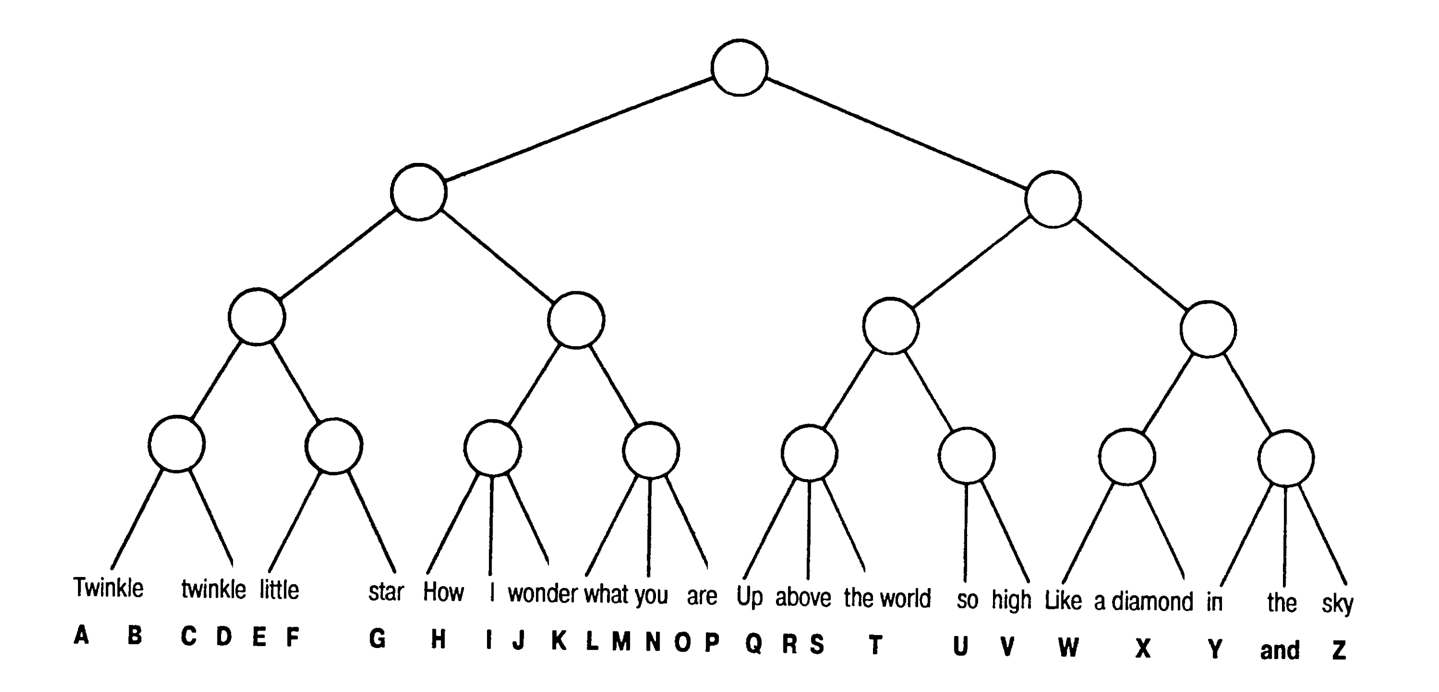


Рис. 4.21. Иерархическая репрезентация, кодирующая порядок 26 букв алфавита. Эта репрезентация основана на песенке, знакомой с раннего детства. Эта структура в свою очередь основана на иерархической структуре песни *Twinkle twinkle little star*

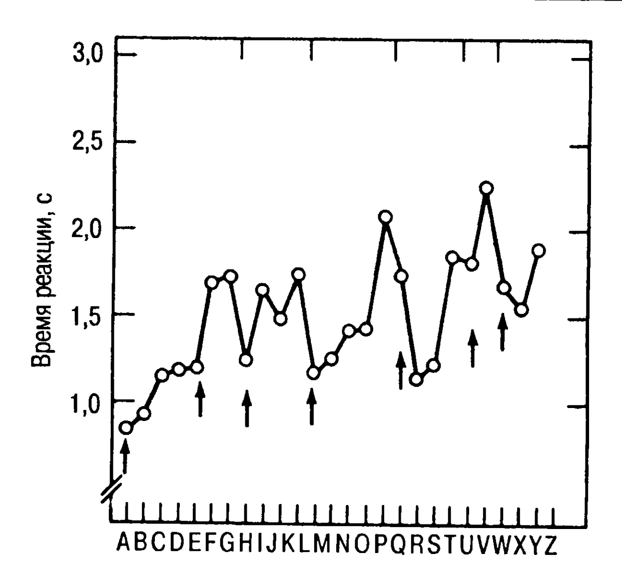


Рис. 4.22. Время вспоминания следующей буквы алфавита. Стрелки указывают начало новых больших элементов при иерархическом кодировании (Klahr et al., 1983. © 1983 *APA*. Воспроизведено с разрешения)

главными элементами которой являются *ABCD, EFG, HIJK, LMNOP, QRST, UV, WXYZ*.[1] В «Песне алфавита» имеются паузы, которые обозначены здесь запятыми между меньшими последовательностями.

Клэр, Чейз и Ловлейс (Klahr, Chase, & Lovelace, 1983) провели эксперимент для исследования влияния этой иерархической структуры на время, требующееся для вспоминания следующей буквы алфавита. Испытуемому в этом эксперименте могли предъявить *K* и попросить воспроизвести следующую букву (*L*). На рис. 4.22 показано время воспроизведения для каждой буквы в алфавите. Обратите внимание, что время воспроизведения наиболее коротко в начале главного компонента и постепенно увеличивается к концу последовательности. Таким образом, в пределах компонента время, затраченное испытуемыми на ответ, подтверждает наличие того же эффекта переднего якорения, обнаруженного Стернбергом. Клэр с коллегами предположили, что испытуемые имеют доступ к началу меньшего списка и двигаются от него вперед до целевой буквы.

Исследование Джонсона (Johnson, 1970) дает дополнительные доказательства существования иерархической структуры длинных списков. Он предлагал испытуемым запомнить случайные последовательности букв, но использовал интервалы, чтобы стимулировать определенную иерархическую организацию. Так, он мог предъявить испытуемым для запоминания следующую последовательность:

DY JHQ GW

Он предположил, что испытуемые создадут иерархии, в которых отдельными фразами будут последовательности типа *JHQ*, что продиктовано интервалом. Он изучал более позднее вспоминание испытуемыми этих последовательностей и обна-

[1] Другой вариант сегментов «Песни алфавита» — *QRS, TUV*.

ружил, что испытуемые склонны вспоминать эти меньшие последовательности как единицы. Если испытуемые вспоминали первую букву меньшей последовательности, то лишь в 10 % случаев они не могли вспомнить следующую букву. Например, если они вспоминали *J*, они с большой вероятностью могли вспомнить *H*. Не отмечалось той же тенденции на границе единиц. Например, если испытуемые вспоминали *Y* в предшествующей последовательности, в 30 % случаев они не могли вспомнить следующую букву *J*.

Испытуемые организовывают длинные последовательности объектов иерархически на меньшие последовательности как элементы последовательностей более высокого порядка.

Выводы по перцептивным репрезентациям знания

Мы видели, что способ обработки воображаемой информации у людей может быть очень похож на тот, которым они обрабатывают перцептивную информацию. Во многих случаях, по-видимому, в воображаемой обработке участвуют те же нервные области, что и в перцептивной обработке. Это поразительно, потому что нет никакой поступающей перцептивной информации, стимулирующей эти области. В некоторых случаях, таких как задачи на умственный синтез (Finke, Pinker, & Farah, 1989), не было никакого исходного перцептивного опыта. Скорее, эти воображаемые переживания создавались с участием когнитивных процессов более высокого уровня. Также замечателен тот факт, что, хотя имеются лишь редкие противоречивые сообщения о случающихся иногда конфликтах между воображением и восприятием (Perky, 1910), мы в значительной степени способны разделять то, что воображаем, и то, что воспринимаем.

Замечания и рекомендуемая литература

В работах Паивио (Paivio, 1971, 1986) можно найти описания его теории двойного кодирования и особенно его теории зрительных образов. Косслин и Кёниг (Kosslyn & Koenig, 1992) излагают точку зрения Косслина на зрительное познание и воображение, а также данные когнитивной нейронауки. Фарах (Farah, 1995) дает обзор исследований нервных основ воображения. Тверски (в печати) дает обзор исследований когнитивных карт. Под редакцией Райсберга (Reisberg, 1992) вышла книга по слуховому воображению.

ГЛАВА 5

Репрезентация знаний, основанная на значении

Вспомните свадьбу, на которой вы когда-то были. Возможно, вы помните, кто на ком женился, вероятно, где была свадьба, многих из людей на свадьбе и что-нибудь из того, что там происходило. Однако вы, наверное, оказались бы в трудном положении, если бы попытались сказать точно, как были одеты все участники, какие именно слова они говорили, сколько шагов прошла невеста в проходе между рядами в церкви и так далее, — хотя вы, вероятно, отмечали все эти детали. Кажется, что мы обладаем способностью помнить суть события, не вспоминая многие из точных деталей.

Предыдущая глава касалась репрезентаций знаний, которые сохраняют многие из деталей первоначального события. К сожалению, эти детали часто могут оказываться на пути того, что нам нужно вспомнить. Намного более вероятно, что мы будем хотеть помнить, был ли друг на свадьбе, чем во что он был одет. Мы, наверное, будем хотеть помнить, что мать невесты сказала нам, что ей сначала не понравился жених, чем то, в каких именно словах она это сказала или как она это сказала — сидя или стоя. Кроме того, мы обычно хотим помнить, участвовал ли в церемонии священник или раввин, а не его имя. К счастью, наша психика способна лучше всего помнить то, что наиболее важно. Эта глава касается того, как такая информация кодируется в то, что называется *репрезентациями, основанными на значении.*

Значительное количество исследований в когнитивной психологии было посвящено обоснованию важности таких воспоминаний, основанных на значении, и установлению их отличия от воспоминаний, основанных на восприятии. Вначале мы рассмотрим эти исследования, а затем — два типа репрезентаций, основанных на значении: пропозициональные структуры, которые кодируют существенную информацию о конкретном событии (таком, как кто на ком женился), и схемы, которые представляют категории событий и объектов в терминах их типичных свойств (таким, как что обычно происходит на свадьбе).

Память на значимые интерпретации событий

Память на вербальную информацию

В предыдущей главе мы рассматривали вербальные образы, которые могут хранить информацию о точном порядке слов. Нет никаких сомнений в том, что мы используем такие репрезентации, чтобы кодировать определенную вербальную информацию. То есть иногда мы можем дословно помнить отрывки из стихотворений, песен, пьес и речей. Но существует значительное сомнение в том, может ли вся наша память на вербальную коммуникацию или даже бóльшая ее часть быть объяснена в терминах памяти для дословного сообщения.

Эксперимент Уоннера (Wanner, 1968) иллюстрирует обстоятельства, в которых люди помнят и не помнят информацию о точной формулировке. Уоннер просил испытуемых войти в лабораторию и прослушать записанные на магнитофон инструкции. Для одной группы испытуемых, предупрежденных заранее, запись начиналась так:

> Материалы для этого теста, включая инструкции, были записаны на ленте. Внимательно прослушайте инструкции, потому что будет проверяться ваша способность вспомнить определенные предложения, которые входят в инструкции.

Испытуемые второй группы не получали никакого предупреждения и поэтому понятия не имели, что их могут попросить дословно воспроизвести инструкции. В остальном инструкции были одинаковы для обеих групп. Далее в инструкциях содержалось одно из четырех возможных критических предложений.

1. *When you score your results, do nothing to correct your answers but mark carefully those answers which are wrong.*
2. *When you score your results, do nothing to correct your answers but carefully mark those answers which are wrong.*
3. *When you score your results, do nothing to your correct answers but mark carefully those answers which are wrong.*
4. *When you score your results, do nothing to your correct answers but carefully mark those answers which are wrong.*

Сразу после предъявления одного из этих предложений все испытуемые (предупрежденные или не предупрежденные) слышали следующее заключение к инструкциям:

> Чтобы приступить к выполнению теста, пожалуйста, обратитесь к странице 2 буклета с ответами и посмотрите, какое из предложений, напечатанных там, имеется в инструкции, которую вы только что слышали.

На странице 2 они находили критическое предложение, которое они только что слышали, плюс похожие альтернативные варианты. Предположим, что они слышали предложение 1. Они могли бы выбирать между предложениями 1 и 2 или между предложениями 1 и 3. Обе пары отличаются по расположению двух слов. Однако различие между предложениями 1 и 2 не оказывает существенного влияния на значение предложений; различие только стилистическое. С другой сторо-

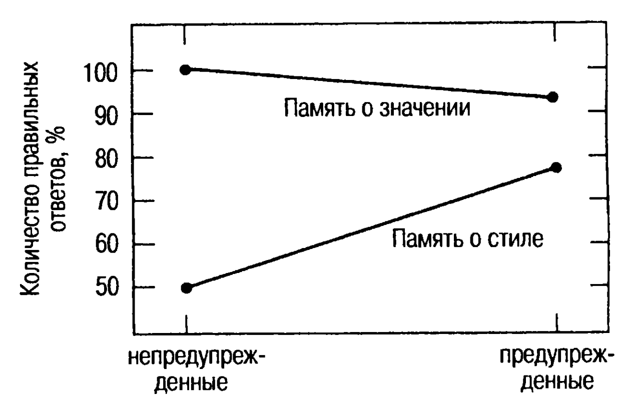


Рис. 5.1. Способности предупрежденных испытуемых в сравнении с непредупрежденными помнить различие в формулировках, влиявшее на значение, и в стиле (Wanner, 1968)

ны, предложения 1 и 3 явно отличаются по значению. Таким образом, изучая способность испытуемых проводить различие между парами предложений, Уоннер смог измерить их способность помнить значение в сравнении со стилем предложения и определить, как эта способность взаимодействовала с тем, были они предупреждены или нет. Соответствующие данные представлены на рис. 5.1.

Процент правильных идентификаций услышанных предложений показан как функция того, были ли испытуемые предупреждены. Графики построены отдельно для испытуемых, которых просили найти значимое различие в формулировке, и для тех, кого просили найти стилистическое различие. Если испытуемые основывались на своих догадках, они давали правильный ответ в 50 % случаев; таким образом, мы не можем ожидать оценок ниже 50 %.

Значение эксперимента Уоннера очевидно. Во-первых, очевидно, что мы лучше запоминаем изменения в формулировке, которые приводят к изменению значения, чем изменения в формулировке, которые приводят к изменению только стиля. Превосходство памяти на значения указывает, что люди обычно извлекают значение из лингвистического сообщения и не помнят точной формулировки. Кроме того, память на значение одинаково хороша и когда испытуемые предупреждены, и когда не предупреждены. (Небольшое преимущество у не предупрежденных испытуемых не достигает уровня статистической значимости.) Таким образом, испытуемые удерживают в памяти значение сообщения как нормальную часть их процесса понимания. Им не обязательно давать особые подсказки, чтобы запомнить предложение.

Второе следствие из этих результатов заключается в том, что предупреждение оказывало влияние на память для стилистических изменений. Испытуемые почти случайно запоминали стилистические изменения, когда их не предупреждали, но они довольно хорошо запоминали эти изменения, когда их предупреждали. Эти результаты указывают на то, что мы, естественно, не сохраняем много информации о точной формулировке, но мы можем делать это, если нас специально попросили обращать внимание на подобную информацию. Но даже в этом последнем случае мы запоминаем стилистическую информацию хуже, чем значения.

После обработки лингвистического сообщения люди обычно помнят только значение, а не его точную формулировку.

Память на визуальную информацию

Во многих случаях объем нашей памяти кажется намного большим для визуальной информации, чем для вербальной. Паивио использовал эту дифференцированную способность к запоминанию как часть доказательства для его теории двойного кодирования (подробнее об этой теории говорится в главе 4). Шепард (Shepard, 1967) сообщает о показательном эксперименте, в котором он предлагал испытуемым изучить набор изображений из журнала одно за одним. После изучения изображений испытуемым предъявляли пары изображений, состоящих из одного, которое они изучали, и другого, которое они не изучали. Задача испытуемых состояла в том, чтобы распознать, какое изображение из каждой пары изучалось ими. Эта задача сопоставлялась с вербальной ситуацией, в которой испытуемые изучали предложения, и их тестировали на способность распознать изученные предложения, предъявляя пары, содержащие одно новое и одно изученное предложение. Испытуемые допускали 11,8 % ошибок при условии предложения, но лишь 1,5 % ошибок при условии изображения; другими словами, при распознавании память была довольно хороша при условии предложения, но она была практически безупречной при условии изображения. Проводилось несколько экспериментов, подобных эксперименту Шепарда. Его эксперимент включал в себя 600 изображений. Возможно, наиболее внушительная демонстрация визуальной памяти — эксперимент Стэндинга (Standing, 1973), который показал, что испытуемые допускали ошибки лишь в 17 % случаев после изучения 10 000 изображений.

Хотя испытуемые показывают очень хорошую память для изображений, то, что они помнят, по-видимому, является некоторой интерпретацией изображения, а не точным изображением. То есть выясняется, что следует проводить различие между значением изображения и физическим изображением, так же как между значением предложения и физическим предложением. Некоторые эксперименты указывают на полезность этого различения относительно памяти на изображения и на тот факт, что мы склонны помнить интерпретацию изображения, а не физическое изображение.

Например, рассмотрим эксперимент Мандлера и Ритчи (Mandler & Ritchey, 1977). Экспериментаторы просили испытуемых изучить изображения сцен, таких как сцены в классной комнате на рис. 5.2. После изучения восьми таких изображений по 10 с на каждое, испытуемых проверяли на распознавание по памяти. Им предъявляли ряд изображений и давали инструкцию определить, какие изображения в предъявленной последовательности они изучали. Ряд содержал точные изображения, которые они изучили, а также изображения дистрактора. Дистрактор типа изображенного в части *б* рисунка назывался символическим дистрактором. Он отличается от целевого только в отношении паттерна одежды преподавателей — визуальной детали, относительно незначительной для большинства интерпретаций изображения. Напротив, дистрактор в части *в* включает в себя изменение типа объекта — карты мира на художественное изображение, используемое преподавателем. Эта зрительная деталь относительно более важна для боль-

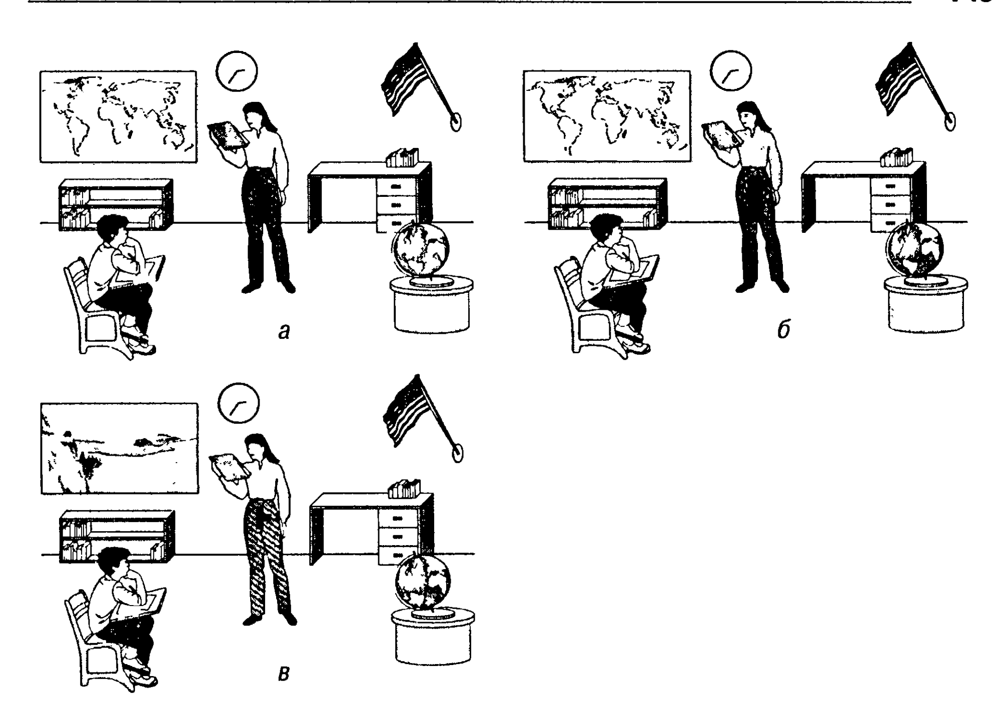


Рис. 5.2. Изображения, подобные использовавшимся Мандлером и Ритчи (Mandler & Ritchey, 1977). Испытуемые изучали целевое изображение (*а*). Позже они тестировались с помощью ряда изображений, которые включали в себя целевое изображение (*а*) наряду с символическими дистракторами, подобными изображенным на рисунке под буквой *б*, и дистракторами, подобными изображенным под буквой *в* (© 1977 *APA*. Воспроизведено с разрешения)

шинства интерпретаций изображения, так как она указывает на предмет преподавания. Все восемь изображений, показанные испытуемым, содержали возможные символические изменения и изменения типа объекта. В каждом случае изменение типа объекта включало в себя более важное изменение для значения изображения, чем символическое изменение. Оба вида изменений не отличались по количеству изменений. Испытуемые могли распознать первоначальные изображения в 77 % случаев, отклоняли символические дистракторы только в 60 % случаев, а дистракторы типа объекта — в 94 % случаев.

Выводы из этого исследования очень похожи на выводы из эксперимента Уоннера, рассмотренного ранее. Как Уоннер обнаружил, что испытуемые были намного более чувствительны к значению — существенным изменениям в предложении, так и Мандлер и Ритчи обнаружили, что испытуемые чувствительны к значению — существенным изменениям в изображении. Возможно, что испытуемые лучше помнят значения изображений, чем значения предложений, но они в обоих случаях плохо помнят физические детали.

Бауэр, Карлин и Дюэк (Bower, Karlin, & Dueck, 1975) сообщили о забавной демонстрации того факта, что хорошая память людей на изображения связана с их интерпретацией этих изображений. На рис. 5.3 показана часть материала, который

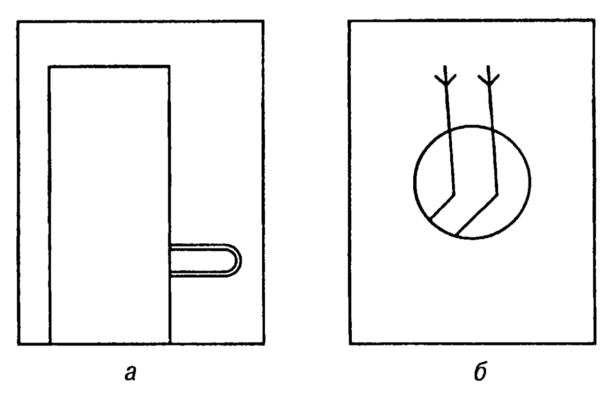


Рис. 5.3. Изображения для вспоминания: *а* — карлик, играющий на тромбоне в телефонной будке; *б* — птичка, поймавшая очень сильного червяка (Bower, Karlin, & Dueck, 1975)

они использовали. Эти исследователи предлагали испытуемым изучить подобные изображения, объясняя или не объясняя их значение. После того как испытуемые изучали изображения, с ними проводили тест на память, в котором они были должны нарисовать эти изображения. Испытуемые, которым сообщили название изображений, обнаружили лучшее вспоминание этих изображений (70 % правильно нарисованных изображений), чем испытуемые, которым не сообщали названия рисунка (51 %). Таким образом, память на эти рисунки критически зависела от способности испытуемых связывать с изображениями значимую интерпретацию.

Когда люди видят изображение, они склонны помнить значимую интерпретацию изображения.

Запоминание деталей и запоминание значения

Имеются доказательства того, что испытуемые первоначально кодируют многие из перцептивных деталей предложения или изображения, но они склонны быстро забывать эту информацию. Как только перцептивная информация забыта, испытуемые сохраняют в памяти интерпретации изображения. Память на ориентацию изображения — одна из зрительных деталей, которая, по-видимому, быстро затухает, что показано в эксперименте Гернсбахера (Gernsbacher, 1985). Испытуемым были показаны рисунки, подобные изображенным на рис. 5.4. После изучения одного из этих рисунков испытуемых просили ответить, который рисунок из пары они видели. При 10-секундной задержке испытуемые давали 79 % точных ответов, обнаруживая значительное удержание информации лево-правой ориентации. Однако спустя 10 мин их точность в оценках упала до 57 % (точность в 50 % отражает случайное вспоминание). С другой стороны, их память на то, о чем было изображение, оставалась в течение этого периода на высоком уровне.

Эксперимент Андерсона (Anderson, 1974b) подтвердил это предположение для вербальной области. Испытуемые прослушивали историю, содержащую различные предложения, которые использовались при тестировании, например:

Миссионер застрелил живописца.




Рис. 5.4. Пример рисунка из экспериментальной истории, показанного в первоначальной ориентации (слева) и в обратной ориентации (справа) (Gernsbacher, 1985. Оригинальная иллюстрация из книги «Одна лягушка – это слишком много» (*One Frog Too Many)* Мерсера и Марианны Мейер. © 1975 Mercer & Mariana Meyer. Воспроизведено с разрешения издателя, *Dial Books for Young Readers*)

Позже испытуемым предъявлялось одно из следующих предложений, и их спрашивали, следовало ли оно логически из прослушанной истории. Их также просили оценить, какое предложение они действительно слышали:

Миссионер застрелил живописца.

Живописец был застрелен миссионером.

Живописец застрелил миссионера.

Миссионер был застрелен живописцем.

Первые два предложения требуют положительного ответа на основе логической оценки, а последние два – отрицательного ответа. Испытуемых тестировали либо сразу после прослушивания предложения, либо с задержкой приблизительно на 2 минуты.

Задержка мало влияла на точность их логической оценки (например, первое или третье из приведенных выше предложений) – 98% при немедленной оценке и 96% при оценке после задержки. Но когда их просили оценить, какое из предложений они слышали (например, первое или второе из приведенных выше), отмечалось значительное влияние задержки. Испытуемые давали правильный ответ в 99% случаев при немедленной оценке, но лишь в 56% случаев – после задержки.

Память на детали отмечается непосредственно после предъявления материала, но быстро утрачивается, тогда как память на значения сохраняется.

Важность хорошей памяти на значение

Как мы показали выше, люди обычно имеют относительно хорошую память на значимые интерпретации информации. Это подразумевает, что, когда люди сталкиваются с каким-либо материалом, его запоминание может быть облегчено, если они смогут интерпретировать его некоторым значимым образом. К сожалению, многие люди не осознают этого факта, и продуктивность их памяти снижается. Я все еще помню гравмирующий опыт, который я получил в моем первом экспе-

рименте на парные ассоциации. Он входил в программу по экспериментальной психологии на втором курсе обучения. По причинам, которые я давно забыл, мы разработали эксперимент, который включал в себя заучивание 16 пар, типа *DAX-GIB*. То есть наша задача состояла в том, чтобы вспомнить *GIB* при предъявлении *DAX*. Я был намерен справиться с заданием лучше всех в классе. Моя собственная теория памяти, которую я собирался применить, заключалась в том, что если очень стараться, можно хорошо запомнить что угодно. В предполагавшейся экспериментальной ситуации это подразумевало, что в течение периода заучивания я должен проговаривать (настолько громко, насколько позволяли соображения приличия) парные ассоциации много раз, настолько быстро, насколько я мог. Согласно моей теории, применяя этот метод, я мог навсегда вбить себе в голову эти парные ассоциации. К моему разочарованию, у меня были самые плохие результаты в классе.

Моя теория «громкости и быстроты» была прямо противоположна истинным средствам улучшения памяти. Я пытался ввести в память бессмысленную вербальную пару. Но материал в этой главе указывает на то, что мы лучше помним значимую, а не бессмысленную вербальную информацию. Я должен был попытаться преобразовать мою задачу на запоминание во что-то более значимое. Например, я мог отметить, что *DAX* похоже на слово *dad* («папа»), а *GIB* — это первая часть слова *gibberish* («тарабарщина»). Так что я мог бы создать образ моего отца, говорящего мне какую-то бессмыслицу. Это была бы простая *мнемоническая схема*, и она довольно хорошо работала бы как средство соединения двух компонентов ассоциативной пары.

Нам не часто нужно заучивать пары бессмысленных слогов вне лабораторных условий. Но во многих ситуациях мы должны связывать различные комбинации понятий, которые не имеют особого смысла. Мы должны изучить списки покупок, имена людей, номера телефонов, механически запоминаемые факты на занятиях в колледже, слова иностранного языка и т. д. Во всех этих случаях мы можем улучшить память, преобразуя задачу: объединяя запоминаемые пункты значимым образом.

Менее значимый материал легче запомнить, если он преобразован в более значимый материал.

Пропозициональные репрезентации

В когнитивной психологии часто используются различные виды нотаций для передачи значения предложений и изображений. То есть эти нотации представляют собой значимую структуру, которая остается после того, как перцептивные детали утрачены. Наиболее распространенная нотация — вариант того, что называется *пропозициональной репрезентацией*. В 1970-х гг. появилось несколько предложений о таких пропозициональных репрезентациях, включая теории Андерсона и Бауэра (Anderson & Bower, 1973), Кларка (Clark, 1974), Фредериксена (Frederiksen, 1975), Кинша (Kintsch, 1974), а также Нормана и Румельхарта (Norman & Rumelhart, 1975). Такие репрезентации стали обычным методом анализа значимой информации в когнитивной психологии. Заимствованное из логики и лингвистики понятие *пропозиция* наиболее важное в таких исследованиях. Пропозиция –

самая маленькая единица знания, которая может быть отдельным утверждением; т. е. это самая маленькая единица, истинность или ложность которой имеет смысл оценивать. Пропозициональный анализ наиболее явно применяется к лингвистической информации, а также к такой информации, о которой мы говорим здесь. Рассмотрим следующее предложение.

• Линкольн, который был президентом США во время ожесточенной войны, освободил рабов.

Информация, переданная в этом предложении, может быть сообщена с помощью следующих более простых предложений.

А. Линкольн был президентом США во время войны.

Б. Война была ожесточенной.

В. Линкольн освободил рабов.

Если бы любое из этих простых предложений было ложным, сложное предложение не было бы истинным. Эти предложения близко соответствуют пропозициям, которые лежат в основе значения сложного предложения. Каждое простое предложение выражает основную единицу значения. Наши репрезентации значения должны удовлетворить одному условию, которое состоит в том, что каждая отдельная единица в них соответствует единице значения.

Но теория пропозициональной репрезентации не утверждает, что человек помнит такие простые предложения, как А, Б и В. Проведенные исследования указывают на то, что испытуемые помнят точную формулировку таких основных предложений не больше, чем они помнят точную формулировку первоначального предложения. Например, Андерсон (Anderson, 1972) показал, что испытуемые демонстрируют плохую способность к запоминанию, когда слышат предложение В или предложение:

• Рабы были освобождены Линкольном.

Таким образом, по-видимому, информация представлена в памяти таким способом, который сохраняет значение простых утверждений, но не сохраняет никакой информации об их формулировке. Ряд пропозициональных нотаций представляет информацию абстрактным способом. Одна из них, используемая Киншем (Kintsch, 1974), представляет каждое суждение как список, содержащий *отношение*, после которого следует список *аргументов*. Отношения организовывают аргументы и обычно соответствуют глаголам (в данном случае «освобождены»), прилагательным («ожесточенной») и другим относительным понятиям («президентом»). Аргументы относятся к конкретному времени, месту, людям и объектам и обычно соответствуют существительным («Линкольн», «война», «рабы»). Отношения устанавливают связи между объектами, обозначенными этими существительными. В качестве примера предложения А, Б и В можно представить следующими списками.

А'. (президент, Линкольн, США, война)

Б'. (ожесточенный, война)

В'. (освободить, Линкольн, рабы)

Кинш представляет каждое суждение заключенным в скобки списком, состоящим из отношения и аргументов, как в приведенном выше примере. Обратите внимание, что различные отношения связаны с разным числом аргументов: отношение «президент» связано с тремя аргументами, «освободить» — с двумя и «ожесточенный» — с одним. Независимо от того, слышал ли человек первоначальное сложное предложение или предложение:

Рабы были освобождены Линкольном — президентом во время ожесточенной войны,

значение сообщения может быть представлено списками от А' до В'.

Интересная демонстрация психологической реальности пропозициональных единиц была осуществлена Брансфордом и Франксом (Bransford & Franks, 1971). В этом эксперименте испытуемые изучали 12 предложений, в числе которых были следующие.

- Муравьи ели сладкое желе, которое было на столе.
- Камень скатился с горы и сокрушил крошечную хижину.
- Муравьи на кухне ели желе.
- Камень скатился с горы и сокрушил хижину возле леса.
- Муравьи на кухне ели желе, которое было на столе.
- Крошечная хижина находилась возле леса.
- Желе было сладким.

Все эти предложения составлены из двух наборов четырех пропозиций Один набор из четырех пропозиций может быть представлен так:

А. (есть, муравьи, желе, прошедшее)

Б. (сладкий, желе)

В. (на, желе, стол, прошедшее)

Г. (на, муравьи, кухня, прошедшее)

Другой набор четырех пропозиций может быть представлен так:

Д. (скатиться, камень, гора, прошедшее)

Е. (сокрушить, камень, хижина, прошедшее)

Ж. (возле, хижина, лес, прошедшее)

З. (крошечный, хижина)

Брансфорд и Франкс рассматривали распознавание по памяти у испытуемых следующих трех видов предложений.

- Старое: Муравьи на кухне ели желе.
- Новое: Муравьи ели сладкое желе.
- Нереальное: Муравьи ели желе возле леса.

Первое предложение фактически изучалось, второе — не изучалось, но оно является комбинацией суждений, которые изучались, третье же состоит из слов, которые изучались, но оно не могло быть образовано из изученных пропозиций. Брансфорд и Франкс обнаружили, что испытуемые не имели почти никакой спо-

собности проводить различие между первыми двумя видами предложений и с одинаковой вероятностью могли сказать, что они слышали любое из них. С другой стороны, испытуемые были совершенно уверены, что не слышали третье, нереальное предложение.

Этот эксперимент показывает, что испытуемые, хотя и помнят довольно хорошо, с какими пропозициями сталкивались, весьма нечувствительны к фактической комбинации пропозиций. Действительно, испытуемые с наибольшей вероятностью давали ответ, что они слышали предложение, состоящее из всех четырех пропозиций, такое как:

- Муравьи на кухне ели сладкое желе, которое было на столе,

даже при том, что они фактически не изучали это предложение.

Пропозициональный анализ объясняет память на сложные предложения в терминах памяти на простые, абстрактные пропозициональные единицы.

Пропозициональные сети

В литературе по когнитивной психологии иногда можно найти пропозиции, представленные в форме сети, как показано на рис. 5.5, который иллюстрирует структуру пропозициональной сети, кодирующую предложение «Линкольн, который был президентом США во время ожесточенной войны, освободил рабов». В этой *пропозициональной сети* каждая пропозиция представлена эллипсом, который связан подписанными стрелками с отношением и аргументами. Пропозиции, отношения и аргументы называются *узлами* сети, а стрелки называются *связями*, потому что они соединяют узлы. Например, эллипс на рис. 5.5, *а* представляет пропозицию А' из раннего анализа Кинша. Этот эллипс связан с отношением «президент» связью, помеченной как «отношение» (чтобы указать, что она указывает на узел отношения), с «Линкольном» — связью «агент», с «США» — связью «объект» и с «войной» связью «время». Три структуры сети в частях *а*, *б* и *в* рисунка представляют индивидуальные пропозиции А', Б' и В', перечисленные на с. 149. Обратите внимание, что эти различные сети содержат те же самые узлы; например, части *а* и *б* обе содержат «войну». Это пересечение указывает на то, что эти сети — действительно связанные части большей сети, которая частично показана на рис. 5.5, *г*. Эта последняя сеть представляет всю значимую информацию в первоначальном сложном предложении на с. 149.

Пространственное местоположение элементов в сети полностью не соответствует интерпретации. Сеть можно рассматривать как кучу шариков, связанных нитями. Шарики представляют собой узлы, а нити — связи между узлами. Сеть, представленная на двухмерной странице, — это множество шариков, размещенных некоторым образом. Мы пытаемся составить сеть таким способом, который облегчает понимание, но возможно любое расположение. Важно лишь то, как элементы связаны друг с другом, а не где они находятся.

Теперь мы имеем два способа представления одной и той же пропозициональной информации: с помощью набора линейных пропозиций, например пропозиции А', Б' и В', или с помощью сети, как показано на рис. 5.5. Так как представленная информация абстрактна, будет работать любое правило нотации. Линейная

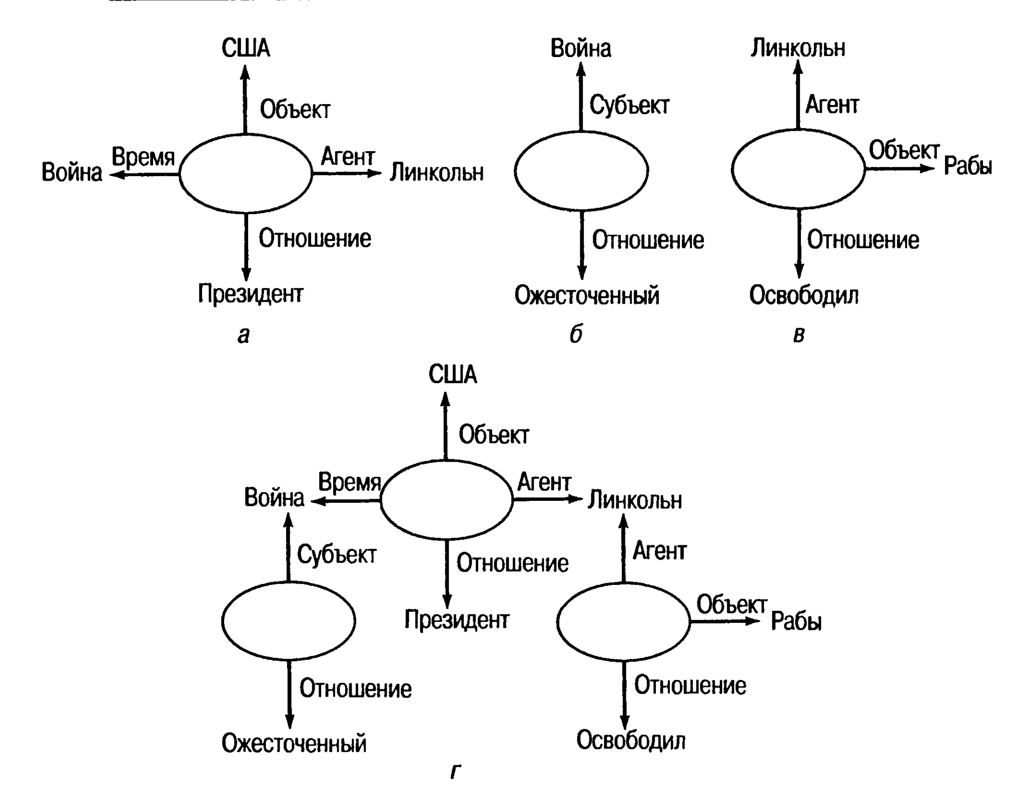


Рис. 5.5. Сетевые репрезентации для пропозиций, лежащие в основе предложения «Линкольн, который был президентом США во время ожесточенной войны, освободил рабов»

репрезентация несколько точнее и компактнее, но сетевая репрезентация показывает связи между элементами. Как мы увидим, эта связность оказывается полезной для понимания некоторых явлений памяти.

Одна из важных особенностей пропозиций заключается в том, что, подобно пространственным образам и линейным последовательностям, они могут вступать в иерархические отношения, в которых одна пропозиция оказывается единицей в пределах другой пропозиции. Части *а* и *б* рис. 5.6 иллюстрируют пропозициональные репрезентации для следующих двух предложений:

- Джон купил немного леденцов, потому что был голоден.
- Джон полагал, что Россия вторгнется в Польшу.

Обратите внимание, что на рис. 5.6 и пропозиция «Джон купил немного леденцов» и пропозиция «Джон был голоден» оказываются аргументами в пределах большей пропозиции, что доказывает, что первая пропозиция вызвана второй. Точно так же пропозиция «Россия вторгнется в Польшу» оказывается объектом по отношению к пропозиции относительно мнения Джона.

Полезно рассматривать узлы в таких сетях как идеи, а связи между узлами – как ассоциации между идеями, на что указывают многие эксперименты. Рассмот-

Субъект
Отношение
Объект
Потому что
Объект
Отношение
Агент
Субъект
Отношение
Леденцы
Купил
Джон
Голоден

а

Агент
Отношение
Объект
Джон
Полагал
Агент
Отношение
Объект
Россия
Вторгнется
Польша

б

Рис. 5.6. Пропозициональные репрезентации двух предложений: *а* — Джон купил немного леденцов, потому что был голоден; *б* — Джон полагал, что Россия вторгнется в Польшу

рим эксперимент Вайсберга (Weisberg, 1969), который использовал задачу на вынужденные ассоциации. В этом эксперименте испытуемые изучали и запоминали такие предложения, как *Children who are slow eat bread that is cold* («Медлительные дети едят холодный хлеб»). Репрезентация в виде пропозициональной сети для этого предложения показана на рис. 5.7. После изучения предложения испытуемые выполняли задания на свободные ассоциации, в которых им давали слово из предложения и просили назвать первое слово из этого предложения, которое приходило на ум. У испытуемых, которым давали слово *slow*, почти всегда

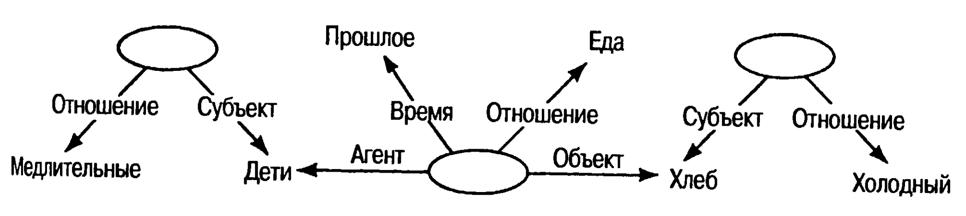


Рис. 5.7. Пропозициональная сетевая репрезентация предложения *Children who are slow eat bread that is cold*

возникала ассоциация со словом *children* и почти никогда — со словом *bread*, хотя слово *bread* ближе в предложении к слову *slow*, чем слово *children*. Однако, как видно из рисунка, слова *slow* и *children* ближе друг к другу (две связи), чем слова *slow* и *bread* (четыре связи). Точно так же испытуемые, которым давали слово *bread*, почти всегда вспоминали слово *cold*, а не *slow*, хотя в предложении слова *bread* и *slow* стоят ближе друг к другу, чем слова *bread* и *cold*. Это происходит потому, что слова *bread* и *cold* ближе друг к другу (три связи) в сети, чем слова *bread* и *slow* (пять связей). Подобные данные были получены в эксперименте, проведенном Ратклифом и Мак-Куном (Ratcliff & McKoon, 1978).

Пропозициональная информация может быть представлена в сетях, которые показывают отношения между понятиями.

Концептуальное знание

Тема этой главы — репрезентации знаний, основанных на значении. Фундаментальная характеристика таких репрезентаций — то, что они включают в себя некоторую существенную абстракцию, отличную от переживаний, которые первоначально вызвали знание. В случае пропозициональных репрезентаций, что является основной темой предшествующей части этой главы, абстракция включает в себя стирание многих из перцептивных деталей и удержание в памяти важных отношений между элементами. Таким же образом испытуемые в эксперименте Мандлера и Ритчи забыли, во что был одет преподаватель, но помнили предмет, который она преподавала.

Существуют и другие абстракции. Один вид абстракции связан с переходом от конкретных переживаний к общим классификациям свойств данного типа переживаний. Этот вид абстракции создает концептуальное знание, включающее в себя категории, например «стулья» и «собаки». Как только мы создали такие категории, мы можем использовать их, чтобы представить определенные переживания абстрактно. Например, вместо того чтобы просто запомнить, что нас облизал пушистый объект с четырьмя лапами, который весил приблизительно 50 фунтов и вилял хвостом, мы запомним, что нас облизала собака. В чем выигрывает когнитивная система, классифицируя объект как собаку? В основном, это дает нам возможность предсказывать. Так, мы можем ожидать, какой звук может издавать это существо и что случится, если мы бросим мяч (оно может погнаться за ним и прекратить облизывать нас). Из-за этой способности предсказывать категории дают нам большую экономию в репрезентации и коммуникации. Например, мы можем сказать кому-нибудь: «Меня облизала собака», — и человек может предсказать число лап у этого существа, приблизительный размер и т. д.

Исследования классификации касаются, прежде всего, того, как формируются эти категории и как они используются для интерпретации опыта. Они также касаются нотаций для репрезентации этого категориального знания. В этом разделе мы рассмотрим несколько нотаций, которые были предложены для репрезентации концептуального знания. Мы начнем с описания двух ранних теорий. Одна из них касается семантических сетей, которые подобны только что рассмотренным пропозициональным сетям. Другая касается того, что называется схемами. Обе

теории были привязаны к некоторым эмпирическим феноменам, которые, по-видимому, занимают центральное место в концептуальной структуре. Позже в этом разделе, после описания дополнительных эмпирических феноменов, мы опишем две другие теории природы репрезентации понятий: теорию образца и модель коннекционистской сети.

Семантические сети

Сетевые репрезентации также использовались, чтобы кодировать концептуальное знание. Квиллиан (Quillian, 1966) предположил, что испытуемые хранят информацию о различных категориях, таких как канарейки, малиновки, рыбы и т. д., в сетевой структуре, подобной той, что изображена на рис. 5.8. На этом рисунке мы представили иерархию категориальных фактов, таких как «канарейка это птица» и «птица это животное», связывая узлы для двух категорий связями «суть» (*isa*). С категориями связаны свойства, которые для них истинны. Свойства, истинные для категорий более высокого уровня, также истинны для категорий низшего уровня. Так, поскольку животные дышат, из этого следует, что птицы дышат и канарейки дышат. Обратите внимание, что рис. 5.8 может также представлять информацию об исключениях. Например, даже при том, что большинство птиц летает, на рисунке отражено, что страусы не могут летать.

Коллинз и Квиллиан (Collins & Quillian, 1969) в ходе эксперимента провели тест на психологическую реальность таких сетей, заставляя испытуемых оценивать истинность следующих утверждений:

1) канарейки могут петь;

2) канарейки имеют перья;

3) канарейки имеют кожу.

Испытуемым предъявлялись подобные утверждения, а также ложные утверждения, такие как «яблоки имеют перья». Испытуемых просили оценить, было ли утверждение истинным или ложным, нажимая одну из двух кнопок. Измерялось время от предъявления утверждения до нажатия кнопки.

Рассмотрим, как испытуемые отвечали бы на такие вопросы, если бы рис. 5.8 представлял их знание таких категорий. Информация, подтверждающая предложение 1, хранилась непосредственно в узле «канарейка». Однако информация для предложения 2 не хранилась непосредственно в узле «канарейка». Скорее, информация «имеет перья» хранилась в узле «птица», и предложение 2 может быть выведено из непосредственно хранящихся фактов, что «канарейка это птица» и «птицы имеют перья». Кроме того, предложение 3 непосредственно не хранилось в узле «канарейка»; скорее, предикат «имеет кожу» хранился в узле «животное». Таким образом, предложение 3 может быть выведено из фактов «канарейка это птица», «птица это животное» и «животные имеют кожу». В случае предложения 1 вся необходимая информация для проверки запасена в узле «канарейка»; в случае предложения 2 испытуемые должны пересечь одну связь от узла «канарейка» до узла «птица», чтобы вспомнить необходимую информацию; и в случае предложения 3 испытуемые были бы должны пересечь две связи от узла «канарейка» до узла «животное».

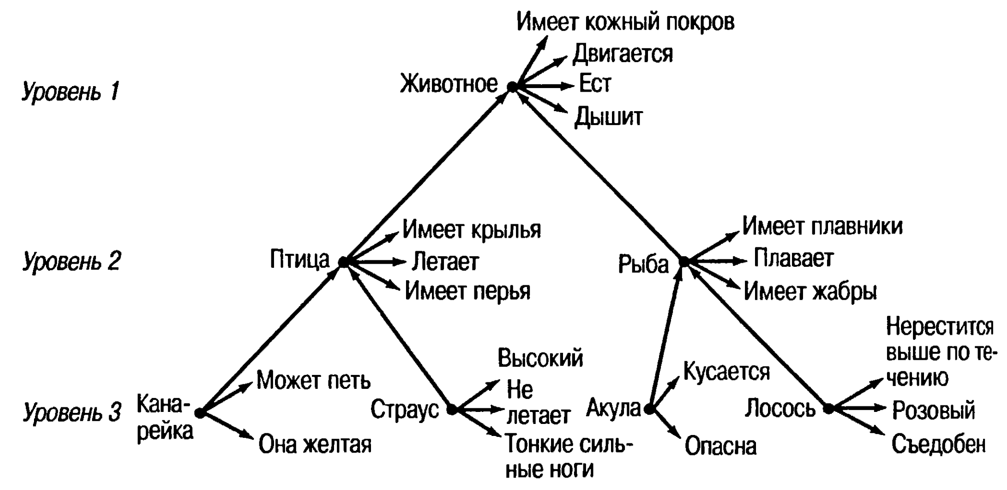


Рис. 5.8. Гипотетическая структура памяти для иерархии с тремя уровнями (Collins & Quillian, 1969. Воспроизведено с разрешения *Academic Press*)

Если бы наше категориальное знание было структурировано так же, как на рис. 5.8, мы ожидали бы, что предложение 1 проверялось быстрее, чем предложение 2, которое в свою очередь проверялось бы быстрее, чем предложение 3. Именно это обнаружили Коллинз и Квиллиан. Испытуемым требовалось 1310 мс, чтобы оценить утверждения, подобные предложению 1; 1380 мс для предложений, подобных предложению 2; и 1470 мс для предложений, подобных предложению 3. Дальнейшие исследования извлечения информации из памяти несколько усложнили выводы, сделанные из первоначального эксперимента Коллинза и Квиллиана. Было отмечено, что частота переживаний фактов оказывала сильное влияние на время извлечения информации (Conrad, 1972). Некоторые факты (например, «яблоки съедобны»), для которых предикат мог храниться с промежуточным понятием типа «продовольствие», но которые переживаются весьма часто, верифицируются так же быстро или быстрее, чем такие факты, как «яблоки имеют темные семечки», которые должны храниться непосредственно с понятием «яблоко». По-видимому, если с фактом, связанным с понятием, часто сталкиваются, он будет храниться с тем же понятием, даже если бы он мог быть выведен из более общего понятия. Следующие утверждения относительно организации фактов в семантической памяти и времени их извлечения, по-видимому, являются обоснованными выводами из этого исследования:

1) если с фактом, связанным с понятием, часто сталкиваются, он будет храниться с тем же понятием, даже если бы он мог быть выведен из более общего понятия;
2) чем чаще человек сталкивается с фактом, связанным с понятием, тем более прочно этот факт будет связан с данным понятием; и чем более прочно факты связаны с понятиями, тем быстрее они верифицируются;
3) верификация фактов, которые непосредственно не хранятся с понятием но которые должны быть выведены, занимает относительно большее время.

Таким образом, на время извлечения материала из памяти оказывают влияние как сила связей между фактами и понятиями (определяющаяся частотой переживаний), так и расстояние между ними в семантической сети. Мы будем намного подробнее говорить о факторе силы связей между фактами в главе 6, которая обсуждает влияние практики на память.

Когда свойство не хранится непосредственно с понятием, люди могут извлечь его из понятия более высокого порядка.

Схемы

Рассмотрим наше знание о том, что такое дом. Мы знаем многое о домах, например следующее:

- дома — это тип зданий;
- в домах имеются комнаты;
- дома могут быть построены из дерева, кирпича или камня;
- дома служат жилищем для человека;
- дома в плане обычно квадратные или прямоугольные.

Важность категории состоит в том, что она хранит предсказуемую информацию относительно отдельных примеров категории. Поэтому, когда кто-то упоминает дом, мы имеем общее представление о нем.

Семантические сети, которые просто хранят свойства с понятиями, не могут фиксировать приблизительный характер нашего знания о доме. Исследователи (Rumelhart & Ortony, 1976) предложили специфический способ для репрезентации такого знания в когнитивной науке, который кажется более полезным, чем репрезентация с помощью семантической сети. Эта структура репрезентации называется *схемой*. Концепция схемы была четко сформулирована в исследованиях искусственного интеллекта и в теории вычислительных машин и систем. Читатели, имеющие опыт работы с современными языками программирования, должны признать их подобие различным типам используемых структур данных (например, записи в Паскале). Для психолога встает вопрос о том, какие аспекты схемы имеют значение для понимания того, как люди думают о понятиях. Мы опишем некоторые из свойств, связанные со схемами, и затем обсудим психологические исследования, имеющие отношение к этим свойствам.

Схемы представляют категориальное знание согласно *слотовой* структуре, где слоты определяют значения, которые члены категории имеют по различным признакам. Так, мы имеем следующую частичную репрезентацию схемы дома:

Дом

- *Суть*: здание.
- *Части*: комнаты.
- *Материал*: дерево, кирпич, камень.
- *Функция*: человеческое жилище.
- *Форма*: прямоугольная или квадратная.

В этой репрезентации такие термины, как «материал» или «форма», являются атрибутами, или *слотами*, а такие термины, как «дерево», «кирпич» или «прямо-

линейный», — значениями. Каждая пара «слот — значение» определяет типичную особенность. Тот факт, что дома обычно строятся из таких материалов, как дерево и кирпич, не исключает возможности, что дом может быть из картона. Таким образом, значения, перечисленные выше, называются *значениями по умолчанию*. Например, факт, что мы представляем, что птицы могут летать, как часть нашей схемы для птиц, не мешает нам рассматривать страусов как птиц. Мы просто переписываем это значение по умолчанию в нашей репрезентации для страуса.

Обратите внимание, что некоторые из этих особенностей, такие как «дома служат жилищем для человека», в основном пропозициональные, тогда как другие особенности, такие как форма и размер, в основном перцептивные. Таким образом, как отмечено ранее, схемы — это не просто расширение понятия пропозициональных репрезентаций. Скорее, это способы кодирования закономерностей в категориях, независимо от того, перцептивные это закономерности или пропозициональные. Они абстрактны в том смысле, что кодируют истинное вообще, а не истинное в данном случае. Таким образом, у нас есть схема для домов вообще, а не для отдельного дома. Следовательно, мы не репрезентируем информацию, которая истинна только для определенного дома, белого ли он цвета и находится ли он в Питтсбурге. Итак, тогда как пропозиции могут представлять то, что важно относительно определенных вещей, схемы могут представлять, что общего есть у отдельных вещей.

Специальный слот в каждой схеме является ее слотом «суть», который подобен связи «суть» в семантической сети и указывает на супермножество. В основном, если не возникает никаких противоречий, понятие сохраняет особенности этого супермножества. Так, при хранении супермножества «дома» со схемой для «здания» мы имеем такие особенности дома, как наличие крыши и стен, а также то, что он стоит на земле. Эта информация не представлена в вышеупомянутой схеме для «дома», потому что она может быть выведена из «здания». Как показано на рис. 5.8, эти связи «суть» могут создавать иерархию, называемую иерархией обобщений.

Схемы имеют другой тип иерархии, называемый иерархией частей. Так, части зданий, например стены и комнаты, обладают собственными схематическими определениями. Хранящиеся со схемами для стен и комнат, эти части имеют окна и потолки. Таким образом, используя отношения между частями, мы можем вывести, что здания имеют окна и потолки.

Схемы являются абстракциями от определенных случаев, которые могут использоваться, чтобы делать выводы относительно конкретных понятий, которые они представляют. Если мы знаем, что нечто — это дом, мы можем использовать определение схемы, чтобы вывести, что он, вероятно, сделан из дерева или кирпича и имеет стены, окна и т. п. Но процессы для схем, относящиеся к выводам, предусматривают исключения. Так, мы можем все же понимать, каков дом без крыши. К тому же необходимо понимать взаимосвязь между слотами схемы. Так, если мы слышим о подземном доме, мы можем сделать заключение, что он не будет иметь окон.

Схемы – репрезентация понятий в терминах супермножеств, частей и других пар «атрибут–значение».

Психологическая реальность схем

Характерная особенность схем состоит в том, что они имеют значения по умолчанию для некоторых атрибутов схемы. Это обеспечивает схемы полезным механизмом выведения путем заключения. Если вы опознаете объект как члена некоторой категории, вы можете сделать вывод, — если нет явных противоречий, — что он имеет значения по умолчанию, связанные со схемой этого понятия. Бруэр и Трейенс (Brewer & Treyens, 1981) дали интересную демонстрацию влияния схем на извлечение информации из памяти путем выведения. Тридцать испытуемых по очереди вводили в комнату, показанную на рис. 5.9. Им говорили, что это офис экспериментатора, и просили подождать там, пока экспериментатор сходит в лабораторию, чтобы посмотреть, закончил ли выполнение задания предыдущий испытуемый. Спустя 35 с экспериментатор возвращался и отводил ожидавшего его испытуемого в соседнюю комнату. Там испытуемого просили записать все, что он мог вспомнить об экспериментальной комнате. А что бы смогли вспомнить вы?

Бруэр и Трейенс прогнозировали, что на результаты вспоминания испытуемых будет оказывать сильное влияние схема того, что содержится в офисе. Испытуемые действительно хорошо вспоминали объекты, которые являются частью этой схемы. Результаты вспоминания были намного хуже при вспоминании объектов в офисе, которые не были частью схемы; они ошибочно вспоминали вещи, которые являются частью типичного офиса, но не этого. Таков паттерн результатов, который обнаружили Бруэр и Трейенс. Например, 29 из 30 испытуемых вспомнили, что в офисе были стул, стол и стены. Однако лишь 8 испытуемых вспомнили, что там были доска объявлений или череп. С другой стороны, 9 испытуе-

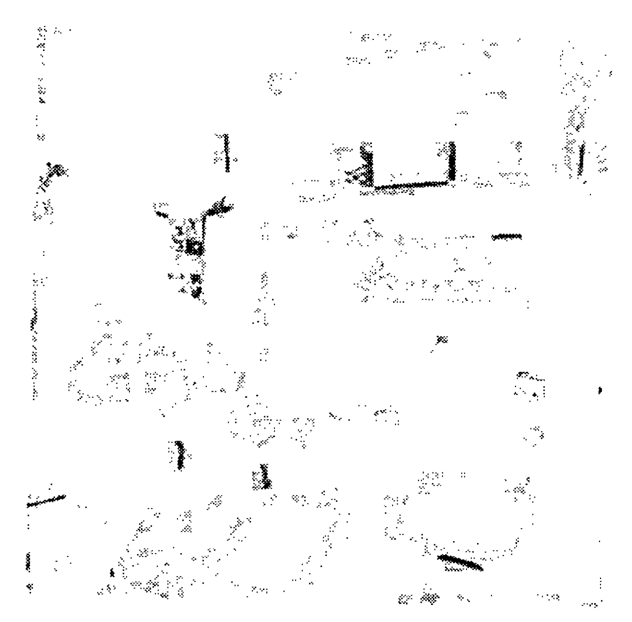


Рис. 5.9. Экспериментальная комната в эксперименте Бруэра и Трейенса (Brewer & Treyens, 1981) по изучению памяти

мых вспомнили, что там были книги, которых на самом деле не было. Таким образом, мы видим, что на человеческую память свойства какого-либо места оказывают сильное влияние предположения этого человека о том, что обычно находится в данном месте. Схема — это способ кодирования таких предположений.

Люди будут приписывать объекту имеющееся для данной категории значение по умолчанию, если они явно не отмечают ничего иного.

Степень категориального членства

Одна из важных особенностей схем состоит в том, что они позволяют выбирать объекты, которые могли бы соответствовать конкретной схеме. Имеются ограничения на то, что обычно занимает различные слоты схемы, но абсолютных запретов мало. Это означает, что, если схемы кодируют наше знание относительно различных категорий объектов, мы должны видеть, как меняются нюансы при переходе от менее типичных к более типичным членам категории, по мере того как особенности членов все лучше удовлетворяют ограничениям схемы. На данный момент получено множество доказательств того, что естественные категории, такие как «птицы», имеют вид структуры, которую можно ожидать, исходя из схемы.

Первое исследование, документирующее такие варианты категориального членства, провела Рош (Rosch, 1973). В одном эксперименте она проинструктировала испытуемых оценивать типичность различных членов категории по шкале с оценками от 1 до 7, где 1 балл означал «очень типичный», а 7 баллов — «очень нетипичный». Испытуемые оценивали некоторые члены как более типичные, чем другие. В категории птицы «малиновка» получила среднюю оценку 1,1, а «цыпленок» — оценку 3,8. В случае спортивных игр «футбол» считался очень типичным (1,2), тогда как «тяжелая атлетика» не считалась таковой (4,7). «Убийство» было оценено как очень типичное преступление (1,0), тогда как «бродяжничество» не получило такой оценки (5,3). «Морковь» была очень типичным овощем (1,1), «петрушка» — не была (3,8).

Рош (Rosch, 1975) также просила испытуемых оценить фактические изображения объектов. Испытуемые быстрее оценивали изображение как относящееся к данной категории, когда оно представляло типичного члена категории. Например, яблоки оценивались как фрукты быстрее, чем арбузы, а малиновки быстрее оценивались как птицы, чем цыплята. Таким образом, типичные члены категории, по-видимому, также имеют преимущество в перцептивном распознавании.

Рош (Rosch, 1977) предложила еще одну демонстрацию более типичных членов категории. Она предлагала испытуемым составить предложения для названий категории. Для категории «птицы» испытуемые придумывали предложения типа следующих.

- Я слышал, как птица щебечет за моим окном.
- Три птицы сидели на ветке дерева.
- Птица села на землю и начала клевать.

Рош заменяла название категории в этих предложениях типичным членом (малиновка), менее типичным членом (орел) или периферийным членом (цыпленок) и просила испытуемых оценить осмысленность получившихся предложе-

ний. Предложения, включающие в себя типичные члены, получили высокие оценки, предложения с менее типичными членами получили более низкие оценки, и предложения с периферийными членами получили самые низкие оценки. Таким образом, эти данные указывают на то, что люди, когда думают о члене категории, обычно рассматривают типичные примеры этой категории.

Если не удалось связать объект с типичным значением или значением по умолчанию, это не значит, что он не может быть членом данной категории. Люди испытывают большие затруднения и бывают весьма противоречивы в оценке того, являются ли объекты на периферии категории членами данной категории. Мак-Клоски и Глаксберг (McCloskey & Glucksberg, 1978) изучали суждения людей о том, были ли определенные объекты членами различных категорий. Они обнаружили, что, хотя испытуемые приходили к согласию по некоторым объектам, относительно многих объектов их мнения расходились. Например, тогда как все 30 испытуемых согласились, что рак — это болезнь, а счастье — нет, 16 испытуемых полагали, что удар — это болезнь, а 14 — что это не болезнь. Кроме того, все 30 испытуемых согласились, что яблоко — это фрукт, а цыпленок — нет, но 16 испытуемых полагали, что тыква — фрукт, и 14 — что это не фрукт. Далее, все испытуемые согласились, что муха — это насекомое, а собака — не насекомое, но 30 испытуемых полагали, что пиявка — это насекомое, а 17 — что это не насекомое. Таким образом, по-видимому, испытуемые не всегда соглашаются между собой. Мак-Клоски и Глаксберг тестировали тех же самых испытуемых месяцем позже и обнаружили, что многие изменили свое мнение относительно обсуждавшихся объектов. Например, 11 из 30 полностью изменили мнение относительно удара, 8 полностью изменили мнение относительно тыквы, и 3 полностью изменили мнение относительно пиявки. Таким образом, разногласия относительно границ категории отмечаются не только *между* испытуемыми. Испытуемые очень сомневаются в своем мнении по поводу того, до каких пределов могут простираться границы категории.

На рис. 5.10 показан пример стимульного материала, использованного Лабовым (Labov, 1973). Его интересовало, какие объекты испытуемые будут называть чашками, а какие — нет. Что бы вы сочли чашками, а что — мисками? Интересно, что эти понятия, очевидно, не имеют четких границ. В одном эксперименте Лабов использовал ряд объектов от 1 до 4 и пятый объект, который не был показан. Эти объекты отражают увеличивающееся отношение ширины чашки к глубине. Для первого объекта это отношение равно 1, тогда как для четвертого объекта оно равно 1,9. Отношение для не показанного объекта было 2,5. На рис. 5.11 показан процент испытуемых, называющих каждый из пяти объектов чашкой, и процент испытуемых, называющих каждый из объектов миской. Сплошные линии указывают классификации, когда испытуемым были просто предъявлены изображения объектов (нейтральный контекст). Как можно заметить, процент ответов «чашка» постепенно уменьшается с увеличением ширины, но нет никакой четкой точки, где испытуемые прекращают давать ответ «чашка». При крайней величине отношения ширины чашки к глубине 2,5 приблизительно 25 % испытуемых все еще используют ответ «чашка», тогда как другие 25 % используют ответ «миска». (Оставшиеся 50 % испытуемых используют другие ответы.) Пунктирные линии обозначают классификации, когда испытуемых просили вообра-

6 Зак. 764

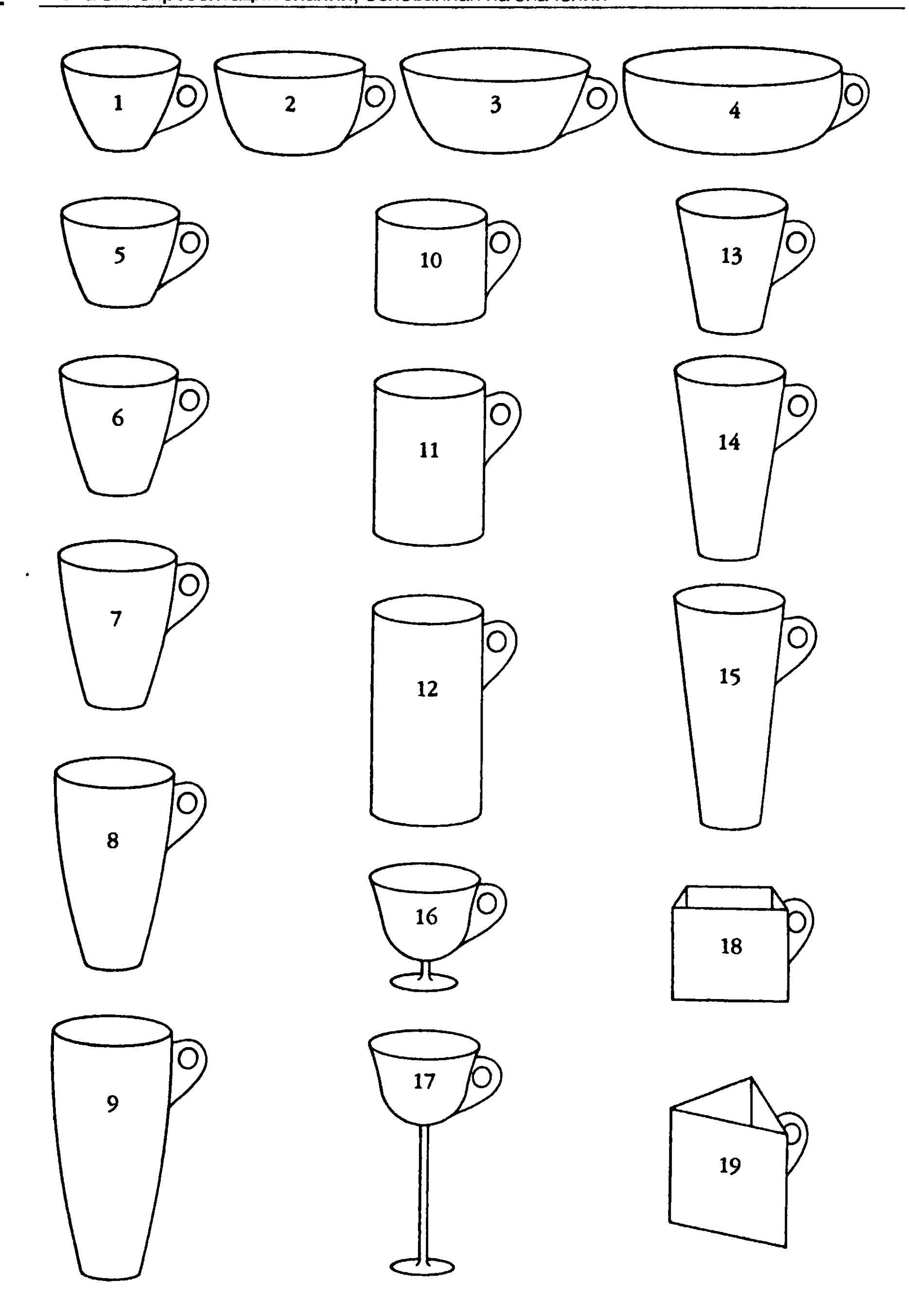


Рис. 5.10. Различные похожие на чашку объекты, использовавшиеся в эксперименте Лабова (Labov, 1973) при изучении границ категории «чашка» (воспроизведено с разрешения У. Лабова, «The boundaries of words and their meanings». In: *New ways of analyzing variations in English*, edited by C.-J. N. Bailey and R. W. Shuy. Washington, DC: Georgetown University Press, page 354. © 1973, *Georgetown University Press*)

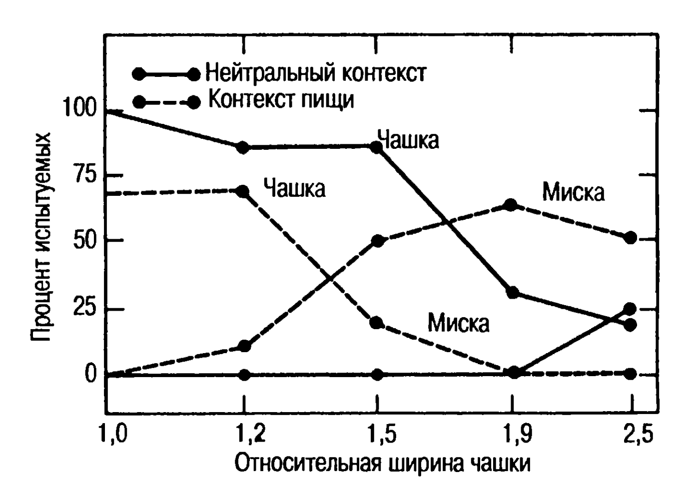


Рис. 5.11. Процент испытуемых, которые использовали термины «чашка» или «миска», чтобы описать объекты, показанные на рис. 5.10, как функцию отношения ширины воображаемой чашки к ее глубине. Сплошные линии соответствуют условию нейтрального контекста; пунктирные линии – условию контекста пищи (воспроизведено с разрешения У. Лабова, «The boundaries of words and their meanings». In: *New ways of analyzing variations in English*, edited by C.-J. N. Bailey and R. W. Shuy. Washington, DC: Georgetown University Press, page 356. © 1973, *Georgetown University Press*)

зить объект, заполненный картофельным пюре и поставленный на стол. В таком контексте давалось меньше ответов «чашка» и больше ответов «миска», но данные указывают на то же постепенное смещение ответов от «чашки» к «миске» Таким образом, по-видимому, действия испытуемых в задаче на классификацию непрерывно изменяются не только в связи с изменением свойств объекта, но также и в связи с изменением контекста, в котором объект воображается или предъявляется. Это влияние перцептивных особенностей и контекста на классификацию очень похоже на влияние этих особенностей на перцептивное распознавание паттерна (см. главу 2).

Различные примеры с разной вероятностью оцениваются как члены некой категории, при этом более типичные члены категории чаще относятся к данной категории.

Понятия, отражающие события

Не только объекты имеют концептуальную структуру. Мы также имеем понятия, отражающие различные события, такие как поход в кино. В качестве способов репрезентации таких категорий предлагались схемы. Мы можем кодировать наши знания о стереотипных событиях по частям: например, поход в кино включает дорогу к кинотеатру, покупку билета, посещение буфета, просмотр кинофильма и возвращение из кинотеатра. Шенк и Абельсон (Schank & Abelson, 1977) предложили варианты схем события, которые они называют *скриптами.* Они указали, что многие обстоятельства включают в себя стереотипные последовательности действий. Например, в табл. 5.1 показаны их предположения относительно того, какими могут быть стереотипные аспекты обеда в ресторане, и представлены компоненты скрипта для такого мероприятия.

Таблица 5.1

Схема посещения ресторана по Шенку и Абельсону

Сцена 1: Вход
Клиент входит в ресторан
Клиент ищет стол
Клиент решает, где сесть
Клиент идет к столу
Клиент садится
Сцена 2: Заказ
Клиент берет меню
Клиент смотрит меню
Клиент выбирает пищу
Клиент подзывает официантку
Официантка подходит к столу
Клиент заказывает пищу
Официантка идет к повару
Официантка дает заказ на пищу повару
Повар готовит пищу
Сцена 3: Еда
Повар передает пищу официантке
Официантка приносит пищу клиенту
Клиент ест пищу
Сцена 4: Уход
Официантка выписывает счет
Официантка идет к клиенту
Официантка дает счет клиенту
Клиент дает чаевые официантке
Клиент идет к кассиру
Клиенту дает деньги кассиру
Клиент уходит из ресторана

Бауэр, Блэк и Тернер (Bower, Black, & Turner, 1979) сообщают о ряде экспериментов, в которых тестировалась психологическая реальность понятия «скрипт». Они просили испытуемых назвать 20, на их взгляд, наиболее важных событий в каком-либо эпизоде, например при посещении ресторана. При наличии 32 испытуемых они не сумели добиться полного согласия по вопросу о том, каковы были эти события. Никакое отдельное действие не было внесено в список как часть эпизода всеми испытуемыми. Однако авторы сообщают о значительном согласии в ответах. В табл. 5.2 перечислены названные события. Пункты, написанные прямым шрифтом, внесли в список по крайней мере 25% испытуемых. Пункты, написанные курсивом, назвали по крайней мере 48% испытуемых, и пункты, напи-

Таблица 5.2

Эмпирические нормы скрипта на трех уровнях согласия

Открыть дверь
Войти
Сообщить о предварительном заказе
Подождать, пока усадят
Подойти к столу
СЕСТЬ
Заказать напитки
Положить салфетку на колени
ИЗУЧИТЬ МЕНЮ
Обсудить меню
ЗАКАЗАТЬ ПИЩУ
Поговорить
Попить воды
Съесть салат или суп
Приносят пищу
СЪЕСТЬ ПИЩУ
Закончить еду
Заказать десерт
Съесть десерт
Попросить счет
Приносят счет
ОПЛАТИТЬ СЧЕТ
Оставить чаевые
Получить пальто
УЙТИ

Адаптировано из: Bower et al., 1979.

санные прописными буквами, назвали по крайней мере 73 % испытуемых. При использовании 73 % как критерия мы обнаруживаем, что стереотипная последовательность была такова: *сесть*, *просмотреть меню*, *сделать заказ*, *поесть*, *оплатить счет* и *уйти*.

Бауэр с коллегами продолжили демонстрировать, как влияют такие скрипты действий на запоминание историй. Они предлагали испытуемым изучить истории, которые включали в себя некоторые, но не все типичные события из скрипта. Затем испытуемых просили вспомнить истории (в одном эксперименте) или распознать (в другом эксперименте), взяты ли различные утверждения из истории. При вспоминании этих историй испытуемые имели тенденцию сообщать об утверждениях, которые были частью скрипта, но которые не предъявлялись как части историй. Точно так же в тесте на распознавание испытуемые полагали, что они изучили объекты из скрипта, которые на самом деле не присутствовали в

историях. Однако испытуемые обнаружили более выраженную тенденцию вспоминать фактические объекты из историй или распознавать фактические объекты, а не ложно распознавать контрастные события, не присутствующие в историях, несмотря на искажение в направлении общей схемы.

В другом эксперименте эти исследователи читали испытуемым истории, составленные из 12 прототипических действий в некотором эпизоде. Восемь из действий происходили в их стандартной последовательности во времени, а четыре были переставлены. Так, в истории про ресторан счет мог быть оплачен в начале, а меню читалось в конце. При вспоминании этих историй испытуемые обнаруживали выраженную тенденцию располагать события в их нормальной последовательности. Фактически, приблизительно половина утверждений была перемещена обратно на свое место. Этот эксперимент служит еще одной демонстрацией мощного влияния общих схем на вспоминание историй.

Эти эксперименты указывают, что новые события кодируются относительно этих общих схем и что на последующее вспоминание влияют эти схемы. Мы говорили об этих влияниях, как будто они «плохи»; т. е. как будто испытуемые ошибочно вспоминали истории. Однако не очевидно, что эти результаты должны классифицироваться как акты ошибочного вспоминания. Обычно, если некоторое стандартное событие типа оплаты чека опущено в истории, мы допускаем, что оно произошло. Точно так же, если рассказчик говорит, что чек был оплачен в начале эпизода в ресторане, у нас есть некоторые основания сомневаться в объективности рассказчика. Скрипты или схемы существуют, потому что они кодируют наиболее распространенную последовательность событий в ситуации данного вида. Таким образом, они могут служить ценной основой для предсказания отсутствующей информации и для исправления ошибок в информации.

Скрипты – это схемы события, которые используют люди, чтобы делать выводы о прототипических событиях.

Теории абстракции и теории примеров

Мы уже описали семантические сети и схемы как два способа репрезентации концептуального знания. Стоит сказать, что, хотя каждый из них имеет свои достоинства, в когнитивной психологии сложилось мнение, что они неадекватны. Мы уже отметили, что семантические сети не охватывают классифицированный характер категориального знания. Хотя схемы могут это делать, никогда не было до конца ясно, как связать их с поведением. В настоящее время в когнитивной психологии происходит борьба между двумя альтернативными типами теорий концептуального знания. Согласно одному типу теорий, мы фактически выделили путем абстрагирования общие свойства изученных примеров, в то время как согласно другому типу теорий мы фактически храним только определенные примеры, а более общие выводы вытекают из этих примеров. Мы будем называть эти теории *теориями абстракции* и *теориями примеров*.

Теория схемы, которую мы рассмотрели, – это теория абстракции, но другие теории были более успешны. Согласно одной альтернативной теории, люди хранят в памяти единственный прототип того, на что похож пример из данной кате-

гории, и оценивают отдельные примеры в терминах их сходства с этим прототипом (Reed, 1972). Другие модели предполагают, что испытуемые хранят репрезентацию, которая также кодирует некоторую идею относительно допустимой вариации прототипа (Hayes-Roth & Hayes-Roth, 1977; Anderson, 1991). Теории примеров не могут быть более разнообразными. Согласно этим теориям, мы храним не какое-либо центральное понятие, а лишь определенные примеры. Когда настает время оценивать, почему определенный типичный объект относится к птицам, мы сравниваем его с конкретными птицами и оцениваем среднее различие. К теориям примеров относятся теории Медина и Шаффера (Medin & Schaffer, 1978) и Нософски (Nosofsky, 1986).

Учитывая, что такие теории значительно отличаются по взглядам на психическую деятельность, удивительно, что они делают такие похожие прогнозы для широкого диапазона экспериментов. Например, оба типа теорий предсказывают лучшую обработку центральных членов категории. Теории абстракции предсказывают это, потому что центральные случаи более похожи на абстрактную репрезентацию понятия. Теории примеров предсказывают это, потому что центральные примеры, в среднем, более похожи на другие примеры из данной категории.

По-видимому, имеются тонкие различия между предсказаниями двух типов теорий. Теории примеров предсказывают, что на испытуемых должно влиять изучение определенных примеров, похожих на тестовый пример, и что такие влияния выходят за пределы любого влияния какой-либо репрезентации центральной тенденции. Таким образом, хотя мы можем думать, что собаки вообще лают, мы можем столкнуться с особенной собакой, которая не лает, и тогда мы будем ожидать, что другая, похожая собака также не будет лаять. Такие влияния определенных примеров могут быть обнаружены в некоторых экспериментах (Medin & Schaffer, 1978; Nosofsky, 1991). С другой стороны, некоторые исследования показали, что испытуемые выводят тенденции, не связанные с определенными примерами (Elio & Anderson, 1981). Например, если человек столкнулся с тем, что многие собаки гоняются за мячом и многие собаки лают на почтальона, то он может полагать, что собака, которая гоняется за мячом и лает на почтальона, особенно типична. Но этот человек, возможно, никогда не видел собаки, которая одновременно гоняется за мячом и лает на почтальона.

Одна из других особенностей различия между моделями примеров и абстракции состоит в том, что для иллюстрации примерами обеих теорий были предложены коннекционистские модели. Сеть для «Ракет» и «Акул», описанная в главе 1, — эта система, которая представляет индивидуальные случаи и делает из них обобщения. Крушке (Kruschke, 1992) описывает намного более развитую модель этого разнообразия. С другой стороны, Глак и Бауэр (Gluck & Bower, 1988) описали влиятельную коннекционистскую модель, которая извлекает из памяти центральные тенденции и не репрезентирует определенные примеры. Мы опишем модель Глака и Бауэра в следующем разделе.

Влияние категориальной структуры можно объяснить либо допуская, что испытуемые извлекают из памяти центральную тенденцию категорий, либо допуская, что они хранят в памяти определенные примеры категорий.

Схемы научения в нервной сети

Глак и Бауэр применили свою теорию к задаче, где испытуемые изучали записи фиктивных пациентов, которые страдали от четырех симптомов (кровотечение из носа, колики в животе, опухшие глаза и бледные десны), и проводили дифференциальную диагностику двух гипотетических болезней этих пациентов. Одна болезнь была в три раза более распространенной, чем другая. На рис. 5.12 показан один способ представления модели нервной сети, которая, по предположению Глака и Бауэра, лежит в основе этих оценок. Четыре симптома — это информация на входе, поступающая на синапсы двух нейронов на выходе, которые представляют обычную болезнь и редкую болезнь. Для каждого пациента активны нейроны на входе, соответствующие симптомам пациента, и цель состоит в том, чтобы активировать нейрон на выходе, соответствующий болезни этого пациента. Можно предположить, что на активные входы поступает единица активации, а на неактивных входах активация отсутствует. Цель состоит в том, чтобы направить активацию только на тот нейрон на выходе, который соответствует правильной болезни. Чтобы достичь этой цели, в сети должна быть информация о силе синаптических связей между нейронами. Так как имеются 4 нейрона на входе и 2 нейрона на выходе, существуют $4 \times 2 = 8$ синаптических связей, которые нужно изучить.

Чтобы изучить эти связи, Глак и Бауэр использовали известное правило нервного научения, называемое *правилом дельты*. Правило дельты формулируется так:

$$\Delta A_{ij} = \alpha A_i(T_j - A_j),$$

где ΔA_{ij}, — изменение в силе синаптических связей между информацией на входе i и информацией на выходе j; A_i — уровень активации нейрона на входе i; A_j — уровень активации нейрона на выходе j; T_j — целевая или желаемая активность j. Параметр α в этом уравнении управляет скоростью научения. Это правило, по существу, является «правилом с исправлением ошибок» и пытается изменить силу связей между нейронами, чтобы минимизировать различие между фактической информацией на выходе и желаемой информацией.

Испытуемые в эксперименте Глака и Бауэра рассматривали сотни пациентов, сообщающих о различных комбинациях симптомов. Каждая комбинация с разной вероятностью соответствовала той или иной болезни. Испытуемые, как предполагалось, научались из этого опыта предсказывать данную болезнь по паттерну признаков. На рис. 5.12 показаны величины итоговой силы связей, которые были получены в соответствии с правилом дельты. Эта сила связей превосходно предсказывала результаты классификации испытуемых и то, как они оценивали каждый признак относительно того, был ли он диагностическим для редкой болезни или обычной болезни.[1] Как можно заметить из синаптических значений на рис. 5.12, кровотечение из носа рассматривалось как более симптоматичное для редкой болезни (сила связи 0,44 против 0,01), в то время как три других симптома

---

[1] Модель Глака и Бауэра фактически имеет единственный результат, который изменяется от +1 до −1, в зависимости от вероятности редкой болезни. Модель на рис. 5.12 формально эквивалентна В этой модели каждая болезнь предсказывается отдельно по шкале со значениями от 0 до 1 при максимальной силе связи *s* 1. Оценки Глака и Бауэра могут быть получены вычитанием силы связей между нейронами для обычной болезни из силы связей между нейронами для редкой болезни.

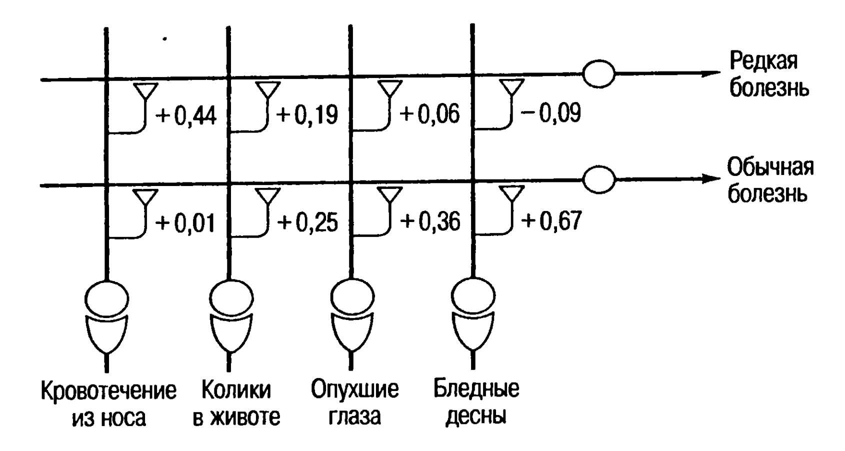


Рис. 5.12. Нервная сеть, представляющая модель Глака и Бауэра в эксперименте, где испытуемые связывают симптомы с болезнями

рассматривались как более характерные для обычной болезни. В оценках симптомов после эксперимента испытуемые согласились, что только кровотечение из носа могло предсказывать редкую болезнь.

Эта модель иллюстрирует только один из многих механизмов, которые были предложены, чтобы абстрактно представить схему. Она интересна тем, что репрезентация схемы осуществляется в показателях синаптической силы. Синаптическая сила связи между информацией на входе и информацией на выходе — это мера того, насколько данный симптом типичен для данной болезни.

С помощью правила дельты можно определить синаптические связи, которые кодируют структуру категории.

Категории в мозге

Коннекционистская модель в предыдущем разделе предлагает абстрактную модель того, как понятия могли бы быть объяснены нервными операциями. Однако в этой главе не говорилось о фактических мозговых структурах, стоящих за семантической памятью. Хотя в этом вопросе еще мало ясности, есть некоторые клинические данные о нервных основах некоторых категорий объектов. Было обнаружено, что пациенты с повреждением в височной области имеют дефициты в знаниях о биологических категориях (таких, например, как животные, фрукты, овощи) (Warrington & Shallice, 1984; Saffran & Schwartz, 1994). Эти пациенты неспособны распознать такие объекты, как утки, и когда их спрашивают, что такое утка, пациент способен сказать лишь: «Животное». Но знания о других предметах, например инструментах и мебели, у таких пациентов сохраняются. С другой стороны, у пациентов с переднетеменными повреждениями имеются нарушения в обработке информации о предметах и не нарушена обработка информации о биологических категориях. В табл. 5.3 дано сравнительное описание примеров биологических категорий и категорий предметов у двух пациентов с нарушениями знаний о живых объектах. Пациенты этого типа встречаются чаще, чем пациенты с нарушениями знаний о предметах.

Таблица 5.3

Ответы двух пациентов с нарушениями знаний о живых объектах в задаче на определения: примеры определений

Живые объекты		Предметы
Дж. Б. Р.	Попугай: не знаю	Палатка: временная постройка, жилище
	Нарцисс: растение	Портфель: маленький кейс, используемый студентами для переноски бумаг
	Улитка: насекомое	Компас: инструмент для определения направления
	Угорь: не уверен	Факел: осветительное средство, которое держат в руке
	Страус: необычный	Мусорный ящик: ящик для сбора мусора
С. Б. И.	Утка: животное	Тачка: объект, используемый людьми для подвозки материала
	Оса: птица, которая летает	Полотенце: материал, которым люди вытираются
	Крокус: дрянной материал	Детская коляска: используется для перевозки людей, с колесами и сиденьем
	Дуб: то, что вы пьете	Субмарина: судно, которое плавает под водой
	Паук: человек, выискивающий всякие вещи, он был пауком для своего народа и страны	

Адаптировано из: Farah & McClelland, 1991.

Выдвигалось предположение (Warrington & Shallice; Farah & McClelland, 1991), что диссоциация происходит потому, что биологические категории больше связаны с перцептивными категориями типа формы, тогда как предметы больше связаны с действиями, которые мы выполняем с ними. Фарах и Мак-Клелланд (Farah & McClelland, 1991) предлагают коннекционистскую модель этой диссоциации, описывающую ассоциации между словами, изображениями, зрительными семантическими особенностями и функциональными семантическими особенностями. Выборочно повреждая зрительные характеристики при компьютерном моделировании, они смогли вызвать нарушения знаний о живых объектах, а выборочно повреждая функциональные характеристики, они смогли вызвать нарушения знаний о предметах.

Таким образом, потеря категориальной информации у таких пациентов, по-видимому, связана с потерей информации о характеристиках, которая определяет эти категории.

Выводы

Мы рассмотрели два типа репрезентаций, основанных на значении. Пропозиции представляют атомарные единицы значения и могут использоваться, чтобы кодировать значение предложений и изображений. Взаимосвязи между пропозициями определяют сеть, которая может использоваться, чтобы понять явления памя-

ти В этой главе мы обсуждали несколько примеров того, как эти сети могут использоваться, чтобы понять явления памяти (например, задача Вайсберга на вынужденные ассоциации). В следующих двух главах, посвященных памяти, будут широко использованы такие сети репрезентаций.

Но некоторые сообщения о нашем знании не могут быть представлены просто структурами сети, определяемыми пропозициями. Некоторые наборы фактов образуют категориальные единицы более высокого порядка. Например, часть нашего знания о ресторанах состоит не только в том, что там происходят некоторые события, но и в том, что эти события имеют тенденцию происходить в определенной последовательности. Мы обсуждали различные механизмы, чтобы представить знание того, как сочетания особенностей определяют категории объекта или как сочетания событий определяют категории эпизода. Это знание о типичных сочетаниях событий очень важно для нашей способности предсказывать то, с чем мы столкнемся в нашей окружающей среде.

Замечания и рекомендуемая литература

Точные детали пропозициональной сети, изложенные в этой главе, отличаются от описанных в литературе на эту тему. Некоторые из этих предположений о способах репрезентации пропозициональной информации представлены в работах Андерсона (Anderson, 1976), Андерсона и Бауэра (Anderson & Bower, 1973), Кинча (Kintsch, 1974) и Нормана и Румельхарта (Norman & Rumelhart, 1975). В книге Кинча (Kintsch, 1998) вы можете найти более современные гипотезы о репрезентации знания. Текущие дискуссии по проблемам репрезентации концептуального знания отражены в работах Эстеса (Estes, 1991), Медина и Хейта (Medin & Heit, в печати), Медина и Росса (Medin & Ross, 1996) и Нософски, Палмери и МакКинли (Nosofsky, Palmeri, & McKinley, 1994). В 1970-е гг. велись дебаты между сторонниками теории двойного кодирования, которые допускали существование только пространственных и вербальных кодов, и сторонниками пропозициональных теорий, которые допускали существование только пропозициональных кодов. Суть этих дебатов отражают статьи Пилишина (Pylyshyn, 1973), Косслина и Померанца (Kosslyn & Pomerantz, 1977), Палмера (Palmer, 1978), Паивио (Paivio, 1975) и Андерсона (Anderson, 1978a). Сейчас исследователи продвигаются к более эклектичной точке зрения, которая допускает все типы репрезентаций.

ГЛАВА 6

Человеческая память: кодирование и хранение

Первое строгое экспериментальное исследование человеческой памяти было проведено Эббингаузом в 1885 г. (Ebbinghaus, 1885). Когда Эббингауз проводил свое исследование, не были доступны никакие выборки испытуемых. Поэтому он использовал в качестве единственного испытуемого самого себя. Он предъявлял себе ряд бессмысленных слогов — триграммы, состоящие из согласного, гласного и согласного звуков, типа *DAX*, *BUP* и *LOG*. В одном из многих экспериментов Эббингауз заставил себя заучивать списки из тринадцати слогов, пока не смог повторить эти списки дважды без ошибок. Затем он тестировал удержание в памяти этих списков при различных задержках. Он замерял количество времени, требовавшегося на повторное заучивание списков, используя тот же самый критерий двух безошибочных повторений. Он определял, насколько быстрее проходило заучивание во второй раз, чем в первый. В одном случае ему потребовалось 1156 с, чтобы изучить список впервые, и только 467 с, чтобы изучить его повторно. Это означало, что он сэкономил 1156 – 467 = 689 с при повторном заучивании. Эта экономия времени может быть выражена как процент от первоначального времени на заучивание: 689 : 1156 = 64,3 %. Эббингауз использовал процентные оценки в качестве стандартной меры удержания материала в памяти. На рис. 6.1 изображен график, показывающий эти процентные оценки как функцию от продолжительности периода удержания. Как видно из рисунка, первоначально происходит быстрое забывание, но некоторое забывание все же отмечается на протяжении 30 дней после заучивания материала.

Используя 24-часовой интервал удержания, Эббингауз проверил, что случится, если после заучивания списка по критерию двух правильных повторений он повторит его еще 30 раз. Без этого дополнительного заучивания Эббингауз достигал показателя экономии времени, равного 33,8 %, а с этим дополнительным заучиванием его экономия времени при последующей проверке сохранения материала через 24 ч была равна 64,1 %. Таким образом, дополнительные попытки заучивания привели к увеличению экономии времени при последующей проверке удержания материала.

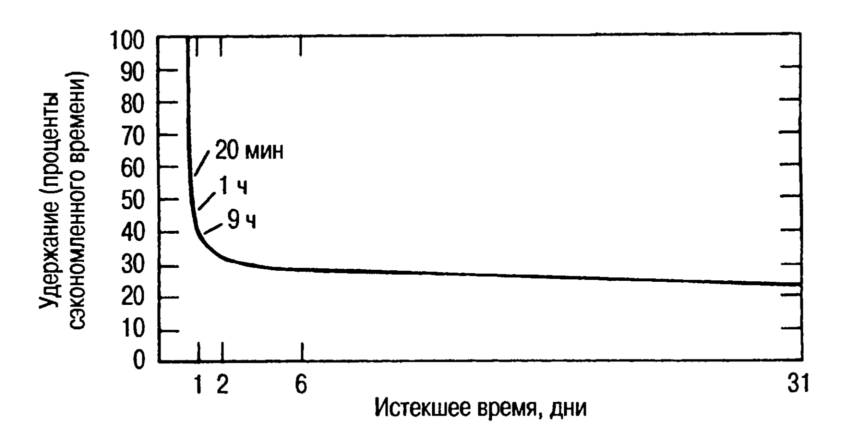


Рис. 6.1. Функция забывания по Эббингаузу (Ebbinghaus, 1885). Удержание в памяти бессмысленных слогов измеряется экономией времени, потраченного на повторное заучивание. Сохранение материала в памяти снижается по мере того, как период удержания (время между первоначальным и повторным заучиваниями) увеличивается, но скорость забывания снижается

В течение десятилетий основные экспериментальные результаты Эббингауза воспроизводили многие другие исследователи, использовавшие разнообразные методы и единицы измерения. В 1960-е гг., когда когнитивная психология окончательно отделилась от бихевиоризма, отмечался заметный всплеск исследований человеческой памяти, что объясняется двумя причинами. Во-первых, так как исследования в бихевиористской традиции сосредоточились на научении у животных, относительно человеческой памяти оставалось много вопросов, ответы на которые уже назрели, учитывая новую свободу в области теории и исследований. Во-вторых, исследования человеческой памяти, как оказалось, проводились в рамках множества парадигм, полезных для решения проблем познания, не связанных с памятью самой по себе. Например, в предыдущих двух главах описаны эксперименты по репрезентации знаний (такие, как показанный на рис. 5.9), которые использовали парадигму памяти. В последующих главах будет рассматриваться использование экспериментов на память для исследования решения проблем и языковой обработки. Таким образом, парадигмы человеческой памяти используются и в других областях познания.

В этой и следующей главах мы сосредоточимся на понимании основной системы человеческой памяти, которое возникло благодаря упомянутому исследованию. В этой главе мы рассмотрим исследования того, как информация поступает в систему памяти человека, а в следующей главе — исследования, посвященные тому, как информация хранится в памяти и извлекается из нее. Это различие немного искусственно, так как любой эксперимент на память включает в себя кодирование, хранение и воспроизведение материала. Но эксперименты, рассматриваемые в этой главе, главным образом сосредоточены на начальном процессе кодирования.

Исследования человеческой памяти имеют долгую историю, но их количество значительно возросло начиная с конца бихевиористской эры

Возвышение и падение теории кратковременной памяти

Очень важным событием в истории когнитивной психологии была разработка в 1960-х гг. *теории кратковременной памяти.* Эта теория ясно показала способность новой когнитивной методологии объяснить многие данные способом, который был невозможен в рамках предыдущих бихевиористских теорий. Исследования Бродбента (Broadbent, 1958) ускорили появление теории кратковременной памяти, а Во и Норман (Waugh & Norman, 1965) дали важную формулировку этой теории. Однако именно в работах Аткинсона и Шиффрина (Atkinson & Shiffrin, 1968) данная теория получила наиболее систематическое развитие. Она оказала огромное влияние на психологию, и хотя некоторые исследователи все еще принимают первоначальную формулировку, подобные идеи играют ключевую роль в кое-каких современных теориях, о которых мы будем упоминать, включая *SAM* (Gillund & Shiffrin, 1984; позже в этой главе) и теорию Кинча и ван Дейка (Kintsch & van Dijk, 1978; в главе 12). Они представлены здесь как из-за их влиятельности, так и потому, что во многих источниках они все еще описываются как современные теории памяти.

Основную теорию иллюстрирует рис. 6.2. Мы уже рассмотрели в главе 3, как информация, поступающая из окружающей среды, удерживается во временных сенсорных хранилищах (иконическая и эхоическая память), из которых она теряется, если на нее не обращать внимания. Теория кратковременной памяти предполагает, что информация, на которую обращено внимание, переходит в промежуточную кратковременную память, где она должна повторяться, прежде чем сможет перейти в относительно постоянную долговременную память. Кратковременная память имеет ограниченные возможности удержания информации. В каждый момент ее способность удерживать информацию определяется объемом памяти *Объемом памяти* называется число элементов, которые человек может воспроизвести сразу после предъявления материала. Попросите вашего друга, чтобы он проверил ваш объем памяти. Пусть он составит списки цифр различной длины и прочитает их вам. Посмотрите, сколько цифр вы сможете повторить. Вы, веро-

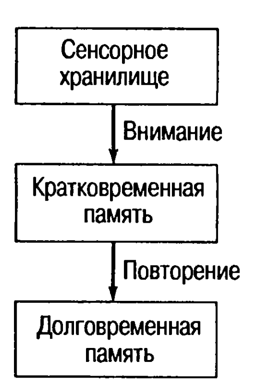


Рис. 6.2. Модель памяти, включающая в себя промежуточную кратковременную память

ятно, обнаружите, что способны повторить около семи или восьми, но не больше. Величина объема памяти довольно удобна, учитывая, что телефонные номера обычно состоят из семи цифр. Один из взглядов состоял в том, что в кратковременной памяти есть место для приблизительно семи элементов, хотя другие ученые (Broadbent, 1975) предположили, что эта способность ниже и объем памяти зависит от других хранилищ так же, как и от кратковременной памяти.

В типичном эксперименте на память предполагалось, что испытуемые повторяли содержание кратковременной памяти. Например, в эксперименте на определение объема памяти можно было повторять цифры, проговаривая их много раз про себя. Каждый раз, когда запоминаемый стимул повторялся, предполагалось, что была вероятность того, что информация будет передана в относительно постоянную долговременную память. Однако если стимул терялся из кратковременной памяти до создания его репрезентации в долговременной памяти, он становился утраченным навсегда. Нельзя было вечно удерживать информацию в кратковременной памяти, так как все время поступала новая информация, которая и выталкивала старую информацию из ограниченной кратковременной памяти.

Эксперимент Шепарда и Тетсуняна (Shepard & Teghtsoonian, 1961) хорошо проиллюстрировал эти идеи. Авторы предъявляли испытуемым последовательности из 200 трехзначных чисел. Задача испытуемых состояла в том, чтобы определить, когда число повторялось. Шепарда и Тетсуняна интересовала способность испытуемых определять повторяющееся число как функции количества чисел между первым появлением числа и его повторением. Эта переменная называется «задержкой». Если бы испытуемый имел тенденцию удерживать только последние числа в кратковременной памяти, память на последние несколько чисел была бы хорошей, но она все больше ухудшалась бы, по мере того как числа выталкивались из кратковременной памяти. Результаты эксперимента представлены

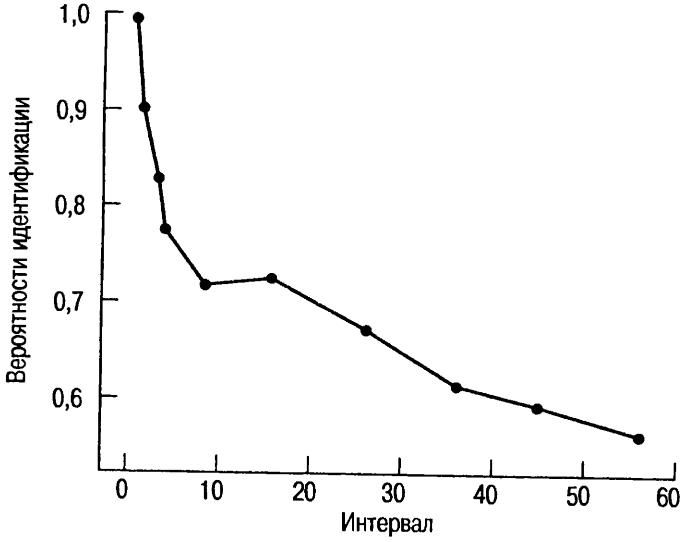


Рис. 6.3. Вероятность идентификации повторяющегося стимула как функции числа предъявлений, начиная с последнего предъявления стимула (Shepard & Teghtsoonian, 1961. Воспроизведено с разрешения *APA*)

на рис. 6.3. Обратите внимание, что память на узнавание быстро снижается для первых нескольких чисел, но затем снижение замедляется до точки, где оно, по-видимому, достигает некоторого вида асимптоты на уровне приблизительно 60 %. Быстрое снижение можно интерпретировать как отражение снижения вероятности того, что числа удерживаются в кратковременной памяти. Уровень вспоминания в 60 % для более поздних чисел отражает количество информации, которая перешла в долговременную память.[1]

Одной из причин для того, чтобы доверять теории кратковременной памяти, является быстрое забывание, на которое указывают данные, подобные представленным на рис. 6.3. Оно намного более быстрое, чем функция забывания Эббингауза для долговременной памяти (см. рис. 6.1). Это заставило предположить, что существует нечто, сильно отличающееся от системы памяти, участвующей в решении этой задачи. Воспоминания, вовлеченные в такие задачи на кратковременную память, казалось, особенно отличались временным характером. Но дальнейшие исследования и анализ (о чем пойдет речь в следующей главе) поставили вопрос о том, имеются ли на самом деле фундаментальные различия в таких функциях забывания. Скорость, с которой теряется информация, в основном является функцией того, насколько хорошо она заучена. Эббингауз заучивал материал намного лучше, и поэтому забывание материала в его функции удержания отсрочено, но оно носит тот же самый характер. Обе функции имеют отрицательное ускорение, поэтому обе они вначале убывают быстрее, а затем — медленнее.

Другой причиной доверия к теории кратковременной памяти были доказательства того, что количество повторений управляло количеством информации, переданной в долговременную память. Например, Рундус (Rundus, 1971) просил испытуемых повторять материал вслух и показал, что чем больше испытуемые повторяли стимул, тем более вероятно, что они должны были вспомнить его. Подобные данные, возможно, были наиболее важны для теории кратковременной памяти, потому что отражали фундаментальную особенность кратковременной памяти — то, что она была необходимой «промежуточной станцией» на пути к долговременной памяти. Информация должна была «переждать» в кратковременной памяти, чтобы перейти в долговременную память, и чем больше она там «пережидала», тем лучше она вспоминалась.

В своей важной статье Крейк и Локхарт (Craik & Lockhart, 1972) утверждали, что важно не то, как долго информация повторялась, а, скорее, глубина, с которой она обрабатывалась. Согласно этой теории, названной *теорией глубиной обработки*, повторение улучшало память, только если материал повторялся глубоко и осмысленно. Пассивное повторение не приводит к улучшению памяти. Было проведено множество экспериментов, которые показали, что пассивное повторение приводит к небольшому улучшению результатов запоминания. Например, Гленберг, Смит и Грин (Glenberg, Smith, & Green, 1977) предлагали испытуемым заучить за 2 с четырехзначное число, затем в течение 2, 6 или 18 с повторять слово и затем вспомнить четыре цифры. Испытуемые полагали, что их задача состояла

---

[1] Этот уровень памяти на самом деле не равен 60 %, потому что испытуемые ложно воспринимали более чем 20 % новых стимулов как повторные. — *Примеч. авт.*

в том, чтобы вспомнить цифры и что они просто повторяли слово, чтобы заполнить время. Но неожиданно для них с ними проводили заключительное испытание на слова. Испытуемые вспомнили 11, 7 и 13% из слов, которые они повторяли в течение 2, 6 или 18 с. Результаты их вспоминания были плохими и обнаруживали незначительную связь с количеством повторений.[1] С другой стороны, как мы видели в предыдущей главе, посвященной семантической обработке, вспоминание у испытуемых может быть заметно улучшено, если они обрабатывают материал глубоко и осмысленно. Таким образом, по-видимому, может не быть никакой кратковременной памяти, или «промежуточной станции», на пути к долговременной памяти. Скорее, важно то, что мы обрабатываем информацию способом, который способствует появлению долговременного следа памяти. Информация может идти непосредственно из сенсорных хранилищ в долговременную память.

Когда-то в когнитивной психологии было популярно представление о том, что информация должна повторяться в кратковременной памяти с ограниченными возможностями, чтобы затем она была переведена в долговременную память.

Повторение и оперативная память

Хотя имеющиеся данные, по-видимому, свидетельствуют против отдельной кратковременной памяти, существуют эмпирические наблюдения, что люди имеют пределы для количества информации, которую они могут повторять в один момент. Это ограничение наиболее ясно показано в исследованиях объема памяти. Что влияет на количество информации, которую мы можем воспроизводить при тестировании объема памяти? Объяснение с использованием понятия кратковременной памяти могло состоять в том, что мы имеем фиксированное число элементов, которые можем удерживать в кратковременной памяти (скажем, семь). Напротив, Баддели (Baddeley, 1986) предположил, что объем памяти зависит от скорости, с которой мы можем повторять информацию. Относительно вербального материала он предположил, что у нас существует *артикуляторная петля*, в которой мы можем удерживать такое количество информации, какое сумеем повторять в течение фиксированного отрезка времени.

Одно из наиболее убедительных доказательств существования артикуляторной петли касается влияния длины слова (Baddeley, Thomson, & Buchanan, 1975). Прочитайте пять слов, приведенных ниже, и затем попытайтесь повторить их, не глядя на страницу:

ум, счет, вред, пляж, верх.

Это могут сделать большинство людей. Баддели с коллегами обнаружили, что испытуемые могли повторить в среднем 4,5 из 5 таких слов с одним слогом. Теперь прочитайте и попытайтесь повторить следующие пять слов:

университет, мотивация, полиэтилен, конституция, конференция.

---

[1] Хотя вспоминание обычно не улучшается от количества повторений, Гленберг с коллегами показали, что узнавание улучшается. Узнавание может зависеть от своего рода суждения о знакомстве со стимулом, которое не требует явного создания новых следов памяти.

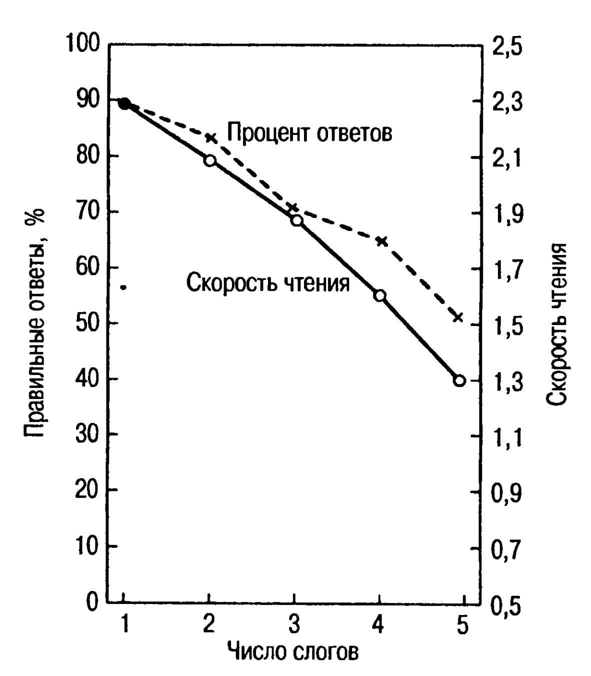


Рис. 6.4. Средняя скорость чтения и процент правильного воспроизведения последовательностей из пяти слов как функция длины последовательности (Baddeley, 1986)

Испытуемые были способны вспомнить в среднем только 2,60 из 5 таких слов с 5 слогами. Критическим фактором, по-видимому, является то, как долго мы произносим слово. Валлар и Баддели (Vallar & Baddeley, 1982) изучали вспоминание слов, длина которых варьировалась от одного до пяти слогов. Они также измеряли, сколько слов различной длины испытуемые могут произнести за секунду. На рис. 6.4 показаны их результаты. Обратите внимание, что процент правильных ответов точно отражает скорость чтения.

Попытка удержать информацию в оперативной памяти аналогична цирковому номеру, в котором на палочках крутят тарелочки. Цирковой артист раскручивает одну тарелочку на одной палочке, затем другую тарелочку на другой палочке, затем другую и т. д. Затем он бежит к первой, прежде чем она замедлит кружение и упадет. Он снова раскручивает ее и затем снова раскручивает остальные. Он может удержать крутящимися одновременно лишь определенное количество тарелочек. Баддели предполагает, что с оперативной памятью дело обстоит точно так же. Если мы пытаемся удерживать слишком много элементов в оперативной памяти, то к моменту, когда мы возвращаемся, чтобы повторить первый элемент, он угасает до точки, где требуется слишком много времени на вспоминание и дополнительное повторение. Баддели предполагает, что мы можем удерживать количество материала, которое в состоянии повторить в артикуляторной петле приблизительно за 1,5–2,0 с.

Имеются веские доказательства того, что эта артикуляторная петля действительно включает в себя речь. Мы упоминали это исследование в главе 4 при об-

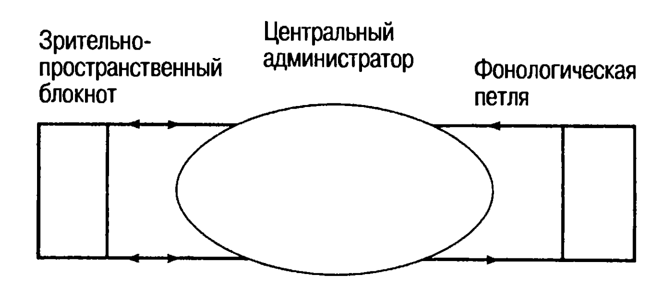


Рис. 6.5. Теория оперативной памяти Баддели, в которой центральный администратор координирует набор подчиненных систем (из: Baddeley, 1986. Воспроизведено с разрешения *Oxford University Press*)

суждении темы вербальной памяти. Например, Конрад (Conrad, 1964) в своем исследовании показал, что испытуемые с бо́льшим трудом запоминали последовательности, в которых была значительная доля рифмующихся букв (типа *BCTHVZ*), чем последовательности без таких букв (типа *HBKLMW*).

Артикуляторная петля — не единственный механизм для повторения материала. Баддели также предполагает, что у нас есть то, что он называет *зрительно-пространственным блокнотом* для повторения таких образов, которые мы обсуждали в главе 4. Он утверждает, что это две отдельные подчиненные системы для удержания информации в оперативной памяти, и полагает, что их может быть и больше. Рисунок 6.5 иллюстрирует общее представление Баддели о взаимодействии этих различных подчиненных систем. *Центральный администратор* управляет использованием различных подчиненных систем, таких как зрительно-пространственный блокнот и фонологическая петля (то же самое, что артикуляторная петля). Центральный администратор может помещать информацию в любую из этих подчиненных систем или извлекать информацию из этих систем. Он также может перевести информацию из одной системы в другую. Баддели утверждает, что центральный администратор нуждается в собственном временном хранилище информации, чтобы принимать решения о том, как управлять подчиненными системами

Можно задаться вопросом, в чем заключается различие между кратковременной памятью и чем-то вроде фонологической петли Баддели. Важнейшее различие состоит в том, что информация не должна задерживаться в фонологической петле, чтобы перейти в долговременную память. Скорее, фонологическая петля просто вспомогательная система для хранения доступной информации.

Рассмотрим, как эти системы участвуют в выполнении задачи на умножение, например: «найти произведение 37×28». Попытайтесь в уме найти ответ и наблюдайте, что вы делаете. Вы можете попытаться удержать зрительный образ умножения, который в конечном счете будет выглядеть примерно так:

$$\begin{array}{r} \times\begin{array}{r}37\\28\end{array} \\ \hline +\begin{array}{r}296\\740\end{array} \\ \hline 1036. \end{array}$$

Вы также можете обнаружить, что вербально повторяете информацию, чтобы удержать ее в памяти. Таким образом, вы можете использовать и вашу фонологическую петлю, и зрительно-пространственный блокнот, чтобы помочь себе выполнить задание. Но существует информация, которая должна быть доступна вам и которая не находится ни в одном из хранилищ. Вы должны помнить, что ваша задача — умножение, где вы находитесь в процессе умножения, факты типа $7 \times 8 = 56$ и перенос в следующий разряд (например 5 от 56). Вся эта информация удерживается центральным администратором и используется, чтобы управлять ходом решения проблемы и подчиненными системами

Баддели предположил, что у нас есть артикуляторная петля и зрительно-пространственный блокнот, и ими управляет центральный администратор.

Лобная кора и оперативная память приматов

Лобная кора играет главную роль в оперативной памяти, по крайней мере у приматов. Размеры лобной коры значительно увеличиваются от низших млекопитающих (например, крыс) к высшим млекопитающим — приматам и обнаруживают пропорционально большее развитие при переходе от обезьяны к человеку. Известно, что лобная кора играет важную роль в задачах, которые можно рассматривать как задачи на оперативную память. Наиболее изучена в этом отношении задача на отсроченное сравнение с образцом, которая проиллюстрирована на рис. 6.6. Обезьяне показывают пищу, которую помещают в один из двух идентичных колодцев (рис. 6.6, *а*). Затем колодцы закрывают, и обезьяне не позволяют смотреть на эту сцену в течение задержки, обычно равной 10 с (рис. 6.6, *б*). Наконец, обезьяне дают возможность извлечь пищу, но она должна вспомнить, в каком колодце ее спрятали (рис. 6.6, *в*). Обезьяны с поражением в лобной коре не могут выполнить эту задачу (Jacobsen, 1935, 1936). Эту задачу не могут выполнить и человеческие младенцы, так как их лобная кора еще не созрела (она формируется примерно к году) (Diamond, 1991).

Когда обезьяна должна вспомнить, в какое место помещен объект, активируется особая область лобной коры (Goldman-Rakic, 1988). Эта маленькая область, называемая полем 46 (см. рис. 6.7), обнаружена в боковой части лобной коры. Повреждения в этой области ведут к неспособности решать такие задачи. Показано, что нейроны в этой области генерируют импульсы только в течение периода задержки при решении задачи, как будто они хранят информацию активной в течение этого интервала. Они неактивны до и после задержки. Кроме того, различные нейроны в этой области, по-видимому, настроены на запоминание объектов в различных частях поля зрения (Funahashi, Bruce, & Goldman-Rakic, 1991).

Голдмен-Ракич (Goldman-Rakic, 1992) изучала выполнение обезьяной други задач, которые требуют удержания различных типов информации в течение определенного периода. Например, она исследовала задачу, в которой обезьяны должны были вспомнить различные объекты. Так, по истечении определенного интервала животное должно было помнить, что нужно выбрать красный круг, а не зеленый квадрат. По-видимому, в выполнении этой задачи участвует другая област префронтальной коры. Различные нейроны в этой области будут генерировать импульсы, когда вспоминается красный круг, а не зеленый квадрат. Голдмен-Раки

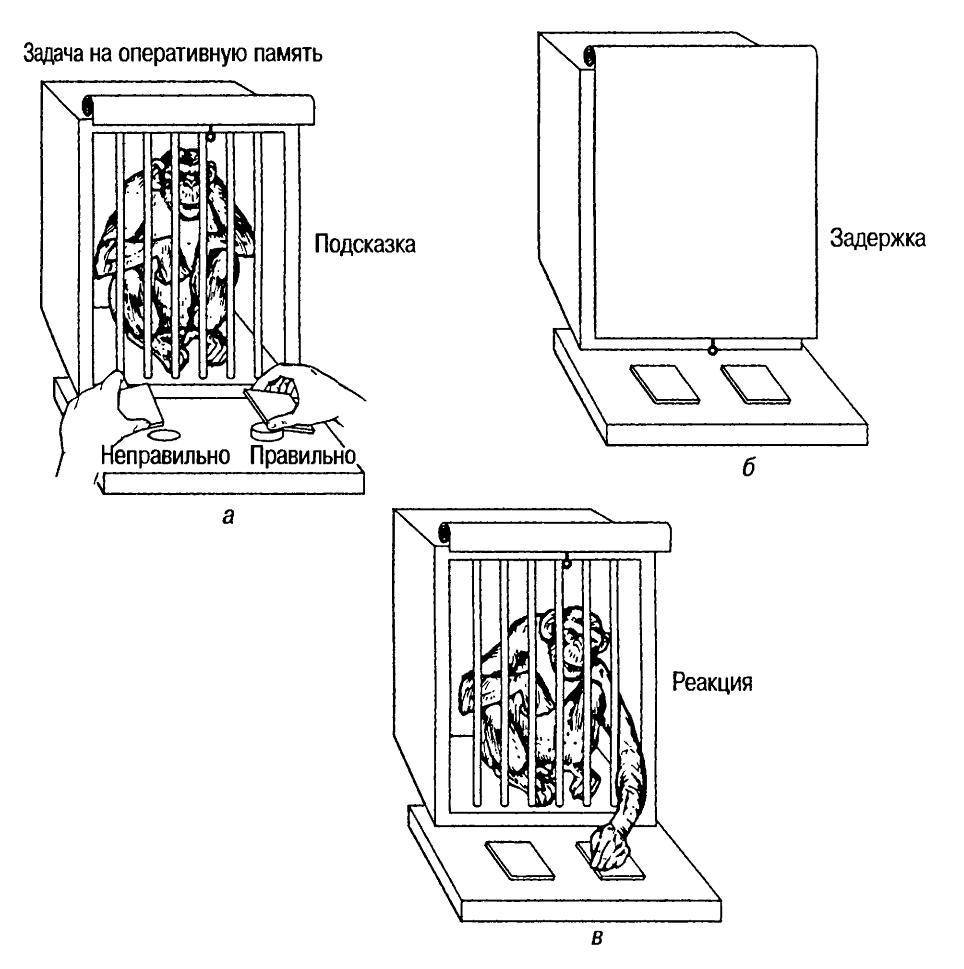


Рис. 6.6. Примеры задач на отсроченное вспоминание: *а* — пищу кладут в колодец справа и закрывают его; *б* — опускают занавес на период задержки; *в* — занавес поднимают, и обезьяна может снять крышку с одного из колодцев (Goldman-Rakic, 1987)

предполагает, что префронтальная кора делится на многие маленькие области, каждая из которых ответственна за запоминание различного вида информации.

Смит и Джонидес (Smith & Jonides, 1995) использовали ПЭТ, чтобы увидеть, имеются ли подобные области активации у людей. Когда испытуемые удерживали зрительную информацию в оперативной памяти, отмечалась активация в поле 47, смежном с полем 46. Мозг обезьяны и человеческий мозг не идентичны (см. рис. 6.7), и мы не должны ожидать прямого соответствия между областями мозга обезьяны и человека. Смит и Джонидес также изучали выполнение задачи, в которой испытуемые повторяли вербальные ярлыки; они обнаружили, что в этой задаче было активно поле 8. Это поле префронтальной коры, которое связано с языковой обработкой (Petrides, Alivsatos, Evans, & Meyer, 1993). Таким образом, эти результаты согласуются с предположением Голдмен-Ракич о том, что различ-

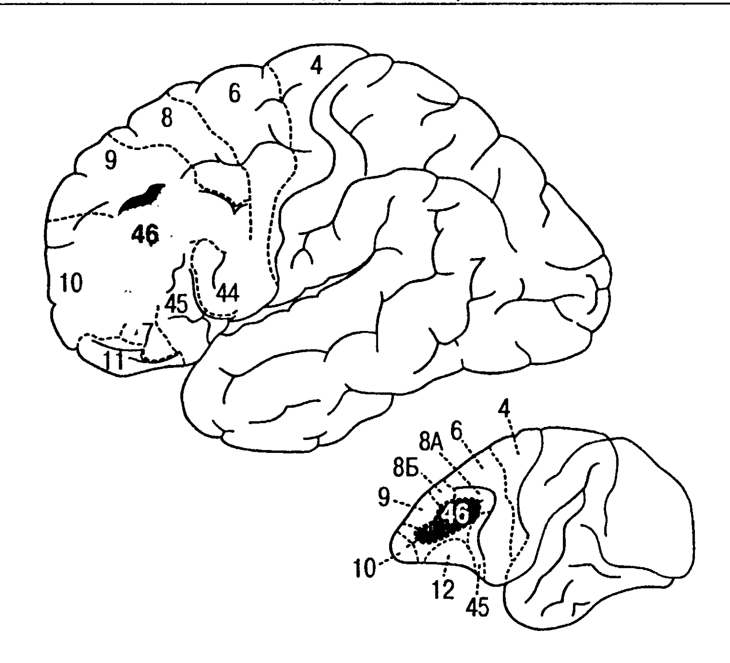


Рис. 6.7. Вид сбоку коры мозга человека (вверху) и обезьяны (внизу). Область 46 выделена затемнением (Goldman-Rakic, 1987. Воспроизведено с разрешения *American Physiological Society*)

ные области префронтальной коры разделены на части, чтобы обеспечить оперативную память для материала разного типа.

Различные области лобной коры, по-видимому, ответственны за удержание разных типов информации в оперативной памяти.

Активация и долговременная память

До сих пор мы обсуждали, как информация из окружающей среды поступает в оперативную память и удерживается в ней с помощью повторения. Но, помимо окружающей среды, есть и другой источник информации — долговременная память. Появился ряд теорий, которые предполагают, что доступность для оперативной памяти различных частей информации в долговременной памяти может меняться. Различные теории используют разные термины, чтобы описать одну и ту же основную идею. Язык, который я использую в этой главе, подобен тому, который я использую в моей теории *ACT* (Anderson, 1983; Anderson & Lebiere, 1998). Я буду говорить об активации следов памяти при предъявлении связанных с ними понятий. Но в другой известной теории, *SAM* (Gillund & Shiffrin, 1984; Raaijmakers & Shiffrin, 1981), говорится об образах (читай «следы памяти»), становящихся более или менее знакомыми (читай «активными») под воздействием сигналов из контекста.

Активация определяет и вероятность доступа к памяти, и скорость доступа. Сразу после обдумывания информации в долговременной памяти память акти-

вируется, но эта активность уменьшается с течением времени. Эксперимент Лофтус (Loftus, 1974) хорошо иллюстрирует это. Она изучала время, требующееся испытуемым на вспоминание хорошо знакомой информации о таких категориях, как фрукты. Она предлагала испытуемым вспомнить примеры из данной категории, начинающиеся с определенной буквы. Например, испытуемые должны были вспомнить фрукт, начинающийся с буквы «п». Она обнаружила, что они тратили в среднем 1,53 с, выполняя это задание в первый раз. Затем, после изменения задержки, она просила испытуемых вспомнить из той же категории другой объект, начинающийся с другой буквы. Так, она могла попросить испытуемого вспомнить фрукт, начинающийся с буквы «б». Она изменяла время задержки, проводя тесты на другие неродственные категории между двумя испытаниями на повторяющуюся категорию. Например, при задержке на два пункта испытуемых могли попросить вспомнить фрукт, который начинается с «п», породу собак, которая начинается с «с», страну, которая начинает с «р», и затем фрукт, который начинается с «б». Изучая задержки без промежуточных объектов, с одним промежуточным объектом и с двумя промежуточными объектами, она обнаружила, что время вспоминания равно 1,21, 1,28 и 1,33 с соответственно. При первом тестировании испытуемые тратили 1,53 с на вспоминание второго примера. Таким образом, мы видим значительное улучшение результатов относительно этого начального времени вспоминания, если категория повторно тестируется сразу, когда информация об этой категории все еще активна в оперативной памяти. С увеличением задержки активация затухает, приводя к все большему увеличению времени вспоминания.

Уровень активации памяти определяют два фактора. Первый состоит в том, как давно мы использовали память, как в эксперименте Лофтус. Другой фактор состоит в тренировке памяти. Эксперимент, проведенный в моей лаборатории (Anderson, 1976), показывает, как меняется скорость вспоминания в зависимости и от времени, прошедшего с момента обращения к памяти, и от частоты обращения к памяти. На первом этапе эксперимента испытуемые запоминали информацию о местоположении различных людей. Например, они могли заучивать следующие предложения:

Моряк в парке.

Адвокат в церкви.

Позже им предъявляли предложения и просили их сказать, было ли каждое из них среди заученных ими. Так, испытуемые могли увидеть предложение:

Моряк в парке.

Оно требовало положительного ответа. Отрицательные стимулы создавались путем такой рекомбинации людей и мест, которая не заучивалась. Например, испытуемым мог быть предъявлен следующий отрицательный тестовый стимул:

Моряк в церкви.

Испытуемые не заучивали это предложение, и поэтому от них требовался отрицательный ответ. Так как они знали материал достаточно хорошо, чтобы почти

все время отвечать правильно, нас интересовала только скорость, с которой они делали правильные оценки.

Нас интересовали две переменные. Первая из них — различие в степени заучивания разных предложений перед испытанием. Некоторые предложения заучивались вдвое чаще других. Мы могли ожидать, что частота будет связана с силой кодирования предложения, и, следовательно, предполагали, что более знакомая информация будет извлекаться из долговременной памяти быстрее. Вторая переменная — время задержки между двумя любыми предъявлениями отдельного предложения. Мы сравнили ситуацию, в которой между повторениями было от 0 до 2 промежуточных стимулов (таким образом, предложение, вероятно, было все еще активно), с ситуацией, в которой между повторениями было 3 или более промежуточных стимулов (таким образом, предложение, вероятно, должно было быть повторно активировано). Нас интересовало влияние этой задержки между испытаниями на время узнавания при втором предъявлении предложения.

Таблица 6.1

Влияние задержки повторения и частоты предъявления на время узнавания при втором предъявлении предложения

Степень заучивания	Задержка	
	Краткая (от 0 до 2 промежуточных стимулов)	**Продолжительная** (3 и более промежуточных стимула)
Менее заученные	1,11 с	1,53 с
Более заученные	1,10 с	1,38 с

Источник: Anderson, 1976.

В табл. 6.1 показано время для второго повторения предложения, отдельно по каждой из этих двух переменных. Как можно заметить, испытуемые быстрее узнавали предложения, которые они недавно вспоминали, и предложения, которые были лучше заучены. Эти факторы, по-видимому, взаимодействуют таким образом, что степень знакомости оказывает мало влияния при коротком интервале между предъявлением тестируемых стимулов.

Скорость и вероятность доступа к памяти определяется уровнем активации, который в свою очередь определяется тем, как часто и как давно мы использовали память.

Распространение активации

Понятие «активация» целесообразно рассматривать в рамках сети, описанной в главе 5. *Распространение активации* предполагает, что активация распространяется по такой сети. Рассмотрим рис. 6.8, который иллюстрирует часть пропозициональной сети, окружающей понятие «собака». Обратите внимание, что «собака» связана с «костью». Таким образом, когда слово «собака» предъявлено испытуемому, не только это понятие становится активным, но активация также должна распространяться к понятиям, окружающим понятие «собака», чтобы понятия типа «кость» также стали активными. Неопубликованный эксперимент Перлмуттера и Андерсона дал возможность получить доказательства существования это-

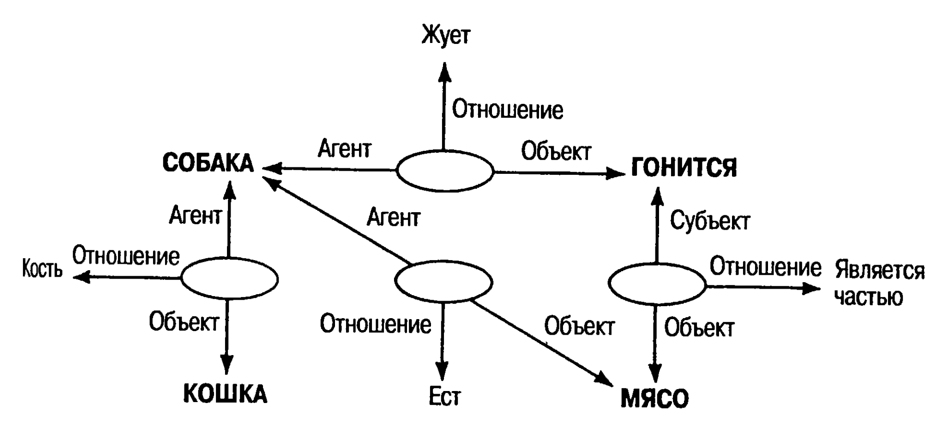


Рис. 6.8. Репрезентация в памяти понятия «собака» и некоторых связанных с ним понятий

го процесса распространения активации. Испытуемым предъявлялась последовательность слов, после чего их просили придумать пару для слов, которые начинались с определенных букв, например «с» и «м». Мы хотели сравнить последовательности типа следующих двух:

Предварительная подготовка	**Контрольная**
Собака — с	игрок — с
Кость — м	кость — м

В первом случае, при условии предварительной подготовки, испытуемый мог назвать слово «кошка» как пару для слова «собака»; затем ему могло быть предъявлено слово «кость», и он мог назвать слово «мясо». Во втором случае, при контрольном условии, ответами могли быть «карта» и «мясо». Важная особенность условия предварительной подготовки состоит в том, что уже существующий ассоциативный путь ведет от *собаки* к *кости* и от *собаки* к *мясу*. Поэтому активация структуры сети для придумывания первой пары должна помочь активизировать структуру, необходимую для придумывания второй. Первая задача на подбор пары (собака — с) помогает подготовиться к выполнению второй (кость — м). Напротив, в контрольном случае нет никакой связи, подготавливающей к выполнению задания. Поэтому ожидалось, что испытуемые быстрее подберут пару при условии предварительной подготовки. Это ожидание было подтверждено: испытуемые тратили 1,41 с, чтобы придумать пару в случае предварительной подготовки, в сравнении с 1,53 с в контрольном случае.

Обратите внимание, что процесс распространения активации не находится полностью под контролем человека. Например, когда испытуемые придумывали пару к слову «собака» в эксперименте Перлмуттера и Андерсона, у них не было никакой причины *хотеть* активизировать связь «кость — мясо». Однако некоторое количество активации распространилось в эту часть сети и помогло подготовить знание о связи между *костью* и *мясом*. Многие эксперименты в когнитивной психологии продемонстрировали эту подсознательную подготовку (которая называется *ассоциативной подготовкой*) знания через распространение активации.

Таблица 6.2

Примеры пар, используемых для демонстрации предварительной подготовки к придумыванию ассоциаций

Позитивные пары		Негативные пары		
Несвязанные	**Связанные**	**Несуществующее слово на первом месте**	**Несуществующее слово на втором месте**	**Оба слова несуществующие**
Nurse	Bread	Plame	Wine	Plame
Butter	Butter	Wine	Plame	Reab
940 мс	855 мс	904 мс	1087 мс	884 мс

Источник: Meyer and Schvaneveldt, 1971.

Мейер и Шваневельдт (Meyer & Schvaneveldt, 1971) провели эксперимент, ставший классической демонстрацией ассоциативной подготовки. Они просили испытуемых оценить, были ли пары стимулов существующими словами. В табл. 6.2 показаны примеры стимульного материала, использовавшегося в их эксперименте, и время, затраченное испытуемыми на оценку. Стимулы предъявлялись один над другим. Если любой из стимулов в паре был несуществующим словом, испытуемые должны были ответить «нет». Из исследования негативных пар явствует, что испытуемые оценивали сначала верхний стимул, а затем нижний. Когда несуществующим словом был верхний стимул, испытуемые быстрее отклоняли пару, чем когда им был нижний стимул. (Когда верхний стимул был несуществующим словом, испытуемые не должны были оценивать второй стимул и поэтому могли ответить быстрее.) Главный интерес в этом исследовании сосредоточился на позитивных парах. Имелись не связанные между собой стимулы, такие как *медсестра* и *масло*, и ассоциативно связанные пары, такие как *хлеб* и *масло*. Испытуемые давали ответ на 85 мс быстрее в связанных парах. Этот результат можно объяснить распространением активации. Когда испытуемый читает первое слово в связанной паре, активация распространяется от него к второму слову. Это активирует информацию о написании второго слова и облегчает оценку. Значение этого результата состоит в том, что ассоциативное распространение активации через память может увеличивать скорость чтения слов. Таким образом, мы можем читать материал, который имеет сильную ассоциативную связь, более быстро, чем материал, в котором слова не связаны друг с другом.

Но Ратклифф и Мак-Кун (Ratcliff & McKoon, 1981) сообщают о такой демонстрации подготовки распространения активации, которая сильно отличается от описанной выше. Они предлагали испытуемым запоминать такие предложения как: «Доктор ненавидел эту книгу». После запоминания этих предложений испытуемым предлагали узнавать слова, предъявляя им существительные из предложений, и они должны были определить, присутствовали ли эти существительные в знакомых предложениях. Так, если испытуемые видели такое слово, как *книга*, которое присутствовало в знакомом предложении, они должны были ответить «да».

Иногда, перед предъявлением целевого стимула (например, *книга*), Ратклифф и Мак-Кун предъявляли подготовительное существительное, которое было взято



Рис. 6.9. Различия между условием с подготовкой и контрольным условием как функция интервала между подготовительным словом и целевым словом (Ratcliff & McKoon, 1981)

из того же предложения (т. е. *доктор*). Они обнаружили, что испытуемые быстрее узнают целевой стимул в этом условии с подготовкой в сравнении с контрольным условием, в котором не было подготовительного существительного. Испытуемым требовалось 667 мс в контрольном условии в сравнении с 624 мс в условии с подготовкой. Эти результаты можно объяснить, допустив, что активация распространялась по знакомой ассоциации к целевому существительному. Так как целевое существительное становилось более активным, его можно было узнать быстрее.

Ратклифф и Мак-Кун изменяли задержку между подготовительным (*доктор*) и целевым (*книга*) существительными от 50 до 300 мс. Поскольку все эти интервалы были для испытуемых слишком короткими, чтобы у них могли сформироваться какие-либо сознательные ожидания, изучалось влияние автоматического распространения активации. На рис. 6.9 показано, как время реакции в условии с подготовкой уменьшалось в течение этого интервала. Испытуемые выполняют задание несколько быстрее в условии с подготовкой, чем в контрольном условии, даже когда имеется всего 50 мс между подготовительным и целевым существительными. Подготовка по существу достигла асимптотического уровня при 200 мс. Это уменьшение времени реакции можно рассматривать как отражение скорости, с которой активация распространяется по сети.

Таким образом, в этом разделе мы увидели, что от предъявленного материала распространится активация, которая будет активизировать связанный с ним материал. Чем больше эта активация распространяется к материалу, тем быстрее его можно вспомнить. Оказывается, что количество активации, распространяющейся к хранящемуся в памяти материалу, зависит от силы данного следа памяти. Как будет описано в следующем разделе, чем больше упражняется память, тем она будет сильнее и тем более успешно может извлекаться из нее материал.

Активация распространяется по сети от предъявленных стимулов, чтобы активировать связанный с ними материал.

Тренировка и сила памяти

Есть два отдельных параметра, которые необходимы для описания следа памяти: активация и сила. Мы уже обсудили, что уровень активации следа определяет, насколько доступна память. Уровень активации следа памяти может быстро меняться. Например, в эксперименте Ратклиффа и Мак-Куна след становился полностью активным за пятую долю секунды. Следы также могут быстро терять активацию. В этом разделе мы обсудим *силу* следа памяти, которая является намного медленнее изменяющимся параметром. Каждый раз, когда мы используем след памяти, его сила немного увеличивается. Сила следа частично определяет, насколько активным он может стать и, следовательно, насколько он будет доступным. Сила следа может быть постепенно увеличена с помощью тренировки.

Влияние тренировки на извлечение материала из памяти постоянно и велико. В одном своем исследовании Пиролли и Андерсон (Pirolli & Anderson, 1985) предлагали испытуемым заучивать предложения типа «Моряк в парке» и изучали влияние тренировки на время, требующееся для узнавания этого предложения. На рис. 6.10, *а* показаны результаты этого эксперимента. Как можно заметить, испытуемые увеличивали скорость узнавания приблизительно от 1,6 до 0,7 с, сократив время вспоминания более чем на 50%. Рисунок также показывает, что скорость улучшения уменьшается с нарастанием тренировки. Эти данные хорошо соответствуют степенной функции

$$T = 1{,}40P^{-0{,}24},$$

где T — время узнавания и P — число дней тренировки. Эта функция, связывающая количество тренировки P и силу следа, является степенной. Такая степенная зависимость между эффективностью вспоминания (измеренной в терминах

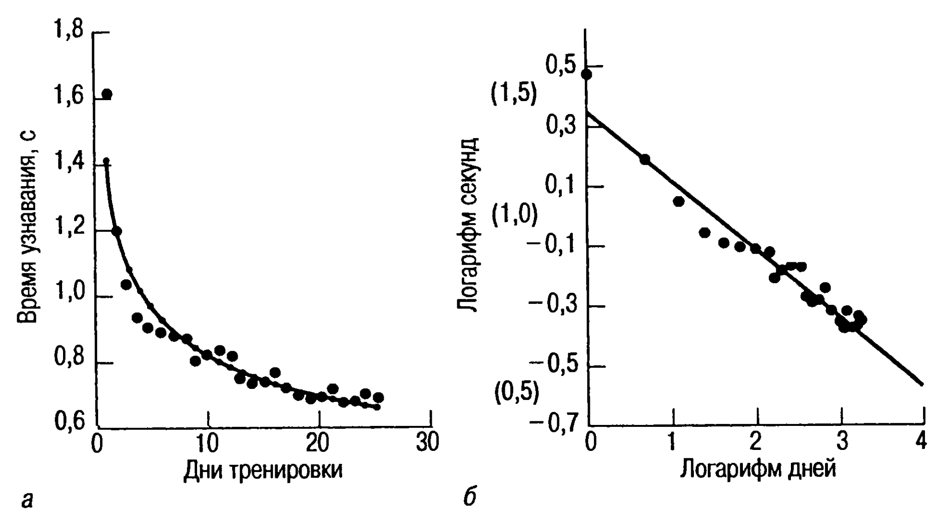


Рис. 6.10. *а* — время узнавания предложений как функция числа дней тренировки; *б* — логарифмическое преобразование данных графика «*а*» для обнаружения степенной функции. Точки представляют собой среднее индивидуальное время в днях, а кривые — наиболее соответствующую им степенную функцию (Pirolli & Anderson, 1985)

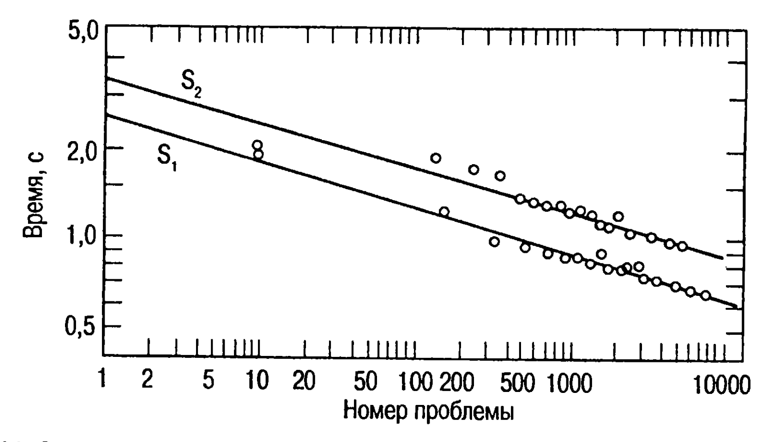


Рис. 6.11. Сокращение времени, требующегося на сложение двух чисел, в результате тренировки. Данные даются отдельно для двух испытуемых. Графики для времени и номера проблемы даны в логарифмическом масштабе (Crossman, 1959, на основе данных из Blackburn, 1936)

времени реакции и некоторых других величин) и количеством тренировки — распространенное явление в научении. Один из легких способов увидеть, что данные соответствуют степенной функции, состоит в построении графика зависимости логарифма времени от логарифма тренировки. Если у нас есть степенная функция в нормальных координатах, мы должны получить линейную функцию в логарифмических координатах:

$$\log T = 0{,}34 - 0{,}24 \log P.$$

На рис. 6.10, *б* показаны данные, преобразованные таким способом. Как можно увидеть, отношение весьма близко к линейной функции.

Ньюэлл и Розенблюм (Newell & Rosenbloom, 1981) определяют зависимость эффективности памяти от тренировки как степенной закон научения. На рис. 6.11 показаны некоторые данные из работы Блэкбёрна (Blackburn, 1936), который изучал влияние на двух испытуемых тренировки в решении дополнительных проблем в 10 000 испытаний. Для графика, построенного в логарифмических значениях, отмечается линейная зависимость. На этом и на некоторых других графиках в этой книге первоначальные числа (т. е. данные в круглых скобках на рис. 6.10, *б*) даны в логарифмическом масштабе, а не выражены как логарифмы. Данные Блэкбёрна показывают, что степенной закон научения распространяется на число тренировок, значительно превышающее показанное на рис. 6.10. Постепенное увеличение силы следа с тренировкой отражено на рис. 6.10 и 6.11. По мере того как следы памяти становятся сильнее, они могут получать больше активации и поэтому могут быть быстрее извлечены из памяти.

По мере тренировки память улучшается согласно степенной функции.

Долговременное потенцирование и степенной закон

Можно задать вопрос о том, что на самом деле лежит в основе действия степенного закона при тренировке. Имеются некоторые доказательства того, что данный вопрос может быть связан с базовыми нервными изменениями, участвующими в

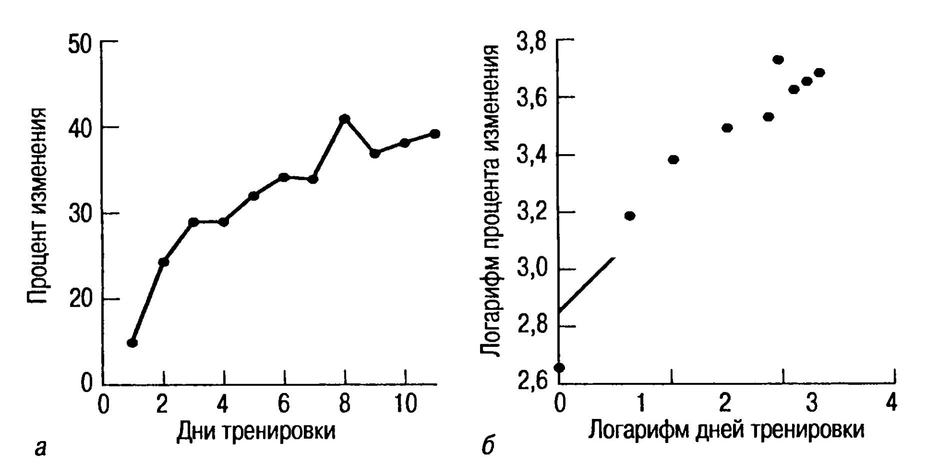


Рис. 6.12. Рост долговременного потенцирования как функция числа дней тренировки: *а* — в нормальном масштабе; *б* — в логарифмическом масштабе (Barnes, 1979)

научении. Один вид нервного изучения, привлекший к себе много внимания, называется долговременным потенцированием (ДП), которое происходит в гиппокампе и корковых областях. Это форма нервного научения, которое, по-видимому, связано с поведенческими параметрами научения. Когда определенный нервный путь стимулируется электрическим током высокой частоты, отмечается повышенная чувствительность клеток на этом пути при дальнейшей стимуляции. Барнз (Barnes, 1979) изучала это явление на крысах, измеряя процентное увеличение возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП) по сравнению с его начальной величиной.[1] Барнз стимулировала гиппокамп крыс ежедневно в течение 11 дней и измеряла рост ДП в процентах. На рис. 6.12, *а* полученные ею результаты представлены в виде графика, описывающего зависимость процентного изменения от дней тренировки. Очевидно, что отмечается снижение скорости роста с увеличением тренировки. Чтобы увидеть, имеется ли здесь степенная функция, на рис. 6.12, *б* построен график зависимости логарифма процентных значений изменения от логарифма тренировки. Отношения кажутся приблизительно линейными. Таким образом, по-видимому, нервная активация меняется с тренировкой так же, как и поведенческие параметры.

Обратите внимание, что степень активации на рис. 6.12, *а* увеличивается все медленнее, тогда как время узнавания (см. рис. 6.10, *а*) все медленнее уменьшается. Предполагается, что показатели эффективности, такие как время узнавания обратно пропорциональны росту силы следа памяти. По мере того как эта сила увеличивается (что отражено на рис. 6.12), показатели эффективности улучшаются (что означает сокращение времени и уменьшение количества ошибок).

Долговременное потенцирование – это форма нервного научения, которая, по-видимому, логически вытекает из степенного закона.

---

[1] Как говорилось в главе 1, по мере того как дендрит и тело клетки нейрона становятся более возбужденными, отмечается уменьшение разницы электрического потенциала между внешней и внутренней сторонами клетки. Считается, что ВПСП «увеличивается», когда эта разница уменьшается.

Факторы, влияющие на память

Из предшествующего обсуждения можно сделать следующий разумный вывод: единственное, что определяет эффективность памяти, — это время заучивания запоминаемого материала и тренировка. Но мы уже рассмотрели некоторые из доказательств того, что простое заучивание материала не приводит к улучшению вспоминания. Важно то, *как* материал обрабатывается при его заучивании. В предыдущей главе уже говорилось о том, что более осмысленная обработка материала приводит к улучшению памяти. Ранее в этой главе мы рассмотрели (в связи с гипотезой Крейка и Локарта о «глубине обработки») данные о том, что поверхностное ознакомление с материалом приводит к незначительному улучшению памяти. В качестве другой демонстрации той же мысли Нельсон (Nelson, 1979) предлагал испытуемым читать парные ассоциации, которые были либо семантически связаны (например, тюльпан—цветок) или рифмовались друг с другом (например, восток—цветок). Лучшие показатели памяти (81 %) были получены для семантических пар, а не для рифм (70 %). Возможно, испытуемые были более склонны осмысленно обрабатывать семантические пары. В предыдущей главе также показано, что испытуемые лучшее удерживают в памяти более значимую информацию. В этом разделе мы рассмотрим некоторые другие факторы, помимо глубины обработки и осмысленности материала, которые определяют наш уровень памяти.

Усложненная обработка

Имеются доказательства того, что более сложная обработка приводит к улучшению памяти. *Усложненная обработка* включает в себя выделение запоминаемого стимула с помощью дополнительной информации. В качестве демонстрации важности усложненной обработки рассмотрим эксперимент Андерсона и Бауэра (Anderson & Bower, 1972), которые предлагали испытуемым попытаться запомнить простые предложения типа «Врач ненавидел адвоката». В одном условии испытуемые просто заучивали предложение, тогда как в другом условии их просили произвести усложнение на свой выбор (например, «из-за профессиональной небрежности»). Позже испытуемым предъявлялись подлежащее и сказуемое из первоначального предложения (например, «врач ненавидел») и их просили вспомнить дополнение (т. е. «адвокат»). Если испытуемые просто заучивали первоначальные предложения, они могли вспомнить 57 % объектов, но когда они усложняли их, уровень их вспоминания повышался до 72 %. Андерсон и Бауэр предположили, что это преимущество объясняется дополнительной информацией, появившейся в результате усложнения. Если испытуемые первоначально не могли вспомнить слово *адвокат*, но могли вспомнить усложнение «из-за профессиональной небрежности», тогда они могли вспомнить слово *адвокат*.

Ряд экспериментов Стайна и Брансфорда (Stein & Bransford, 1979) также помог понять, почему усложнение, произведенное испытуемыми, обычно эффективнее усложнения, произведенного экспериментатором. В одном из этих экспериментов испытуемых просили запомнить 10 предложений, таких как «Толстый человек читает вывеску». Имелись четыре условия исследования. В основном условии испытуемые просто изучали предложение. В условии самостоятельной

работы испытуемых просили придумать усложнение. В условии неточного усложнения испытуемым предъявлялись предложения с продолжением типа «которая была два фута высотой». В условии точного усложнения им предъявлялись предложения с продолжением типа «предупреждающую относительно льда». После изучения материала испытуемым во всех условиях предъявлялись структуры предложения, подобные следующей: «________ человек читает вывеску», и они были должны вспомнить отсутствующее прилагательное. Испытуемые вспомнили 4,2 из 10 прилагательных в основном условии и 5,8, когда они сами осуществляли усложнение. Очевидно, самостоятельное усложнение помогло. Они могли вспомнить только 2,2 прилагательных в условии неточного усложнения, повторяя типично низкие результаты, обнаруживающиеся при усложнении, осуществленном экспериментатором, в сравнении с самостоятельным. Однако испытуемые вспомнили большую часть, 7,8, прилагательных в условии точного усложнения. Таким образом, при тщательном выборе варианта усложнения экспериментатор может осуществить усложнение лучше, чем испытуемый. (Для дальнейшего знакомства с исследованиями на эту тему читайте: Pressley, McDaniel, Turnure, Wood, & Ahmad, 1987.)

Таким образом, по-видимому, критическим фактором является не то, кто осуществляет усложнение — испытуемый или экспериментатор. Скорее, он состоит в том, являются ли усложнения такими, что они устанавливают ограничения для вспоминаемого материала. Усложнения, осуществленные испытуемыми, весьма эффективны, потому что эти усложнения отражают специфические ограничения знаний отдельного испытуемого. Но, как продемонстрировали Стайн и Брансфорд, экспериментатор также может осуществлять усложнения, которые даже более точны в их ограничениях.

Материал лучше запоминается, когда его обработка более сложна.

Методы заучивания текстового материала

Фрейз (Frase, 1975) обнаружил доказательства преимущества усложненной обработки текстового материала. Он сравнил две группы испытуемых по результатам вспоминания текста: одной из них были даны темы для обдумывания перед чтением текста, другая, контрольная группа просто изучала текст без предварительного ознакомления с темами (Ausubel, 1968). Эти темы, которые иногда называют «предварительными организаторами», были сформулированы в форме вопросов для испытуемых. Испытуемые должны были найти ответы на предварительные вопросы в процессе чтения текста. Это требование должно было заставить их обрабатывать текст более тщательно и обдумывать его значение. Группа испытуемых, которым предлагались «предварительные организаторы», правильно ответила на 64 % вопросов в последующем испытании, в то время как контрольная группа правильно ответила на 57 % вопросов. Вопросы теста могли быть разделены на релевантные «предварительным организаторам» и не релевантные им. Например, если тестовый вопрос касался события, которое ускорило вступление США во Вторую мировую войну, то он считался релевантным в том случае, когда предварительные вопросы были направлены на то, чтобы испытуемый узнал, почему

Америка вступила в войну. Тестовый вопрос считался нерелевантным, если предварительный вопрос был направлен на то, чтобы ознакомить студентов с экономическими последствиями Второй мировой войны. Группа испытуемых, которым предлагались «предварительные организаторы», ответила правильно на 76 % релевантных вопросов и на 52 % нерелевантных. Таким образом, их результаты были лишь немного хуже, чем в контрольной группе, по тем темам, для которых им не дали предварительное предупреждение, но намного лучше по тем темам, для которых им дали предварительное предупреждение.

Многие колледжи и частные фирмы организуют курсы, развивающие навыки заучивания текстового материала. Характерно, что на таких курсах обычно учат запоминанию текстов по общественным и гуманитарным наукам, а не более насыщенных текстов естественных или точных наук. Методы обучения на всех этих курсах похожи и дают определенный результат, что подтверждено экспериментально. В качестве примера такого метода обучения рассмотрим метод *PQ4R* (Thomas & Robinson, 1972).

Метод *PQ4R* получил свое название от шести стадий, которые предлагаются в нем для изучения главы учебника.

1. *Предварительный просмотр.* Просмотрите главу, чтобы определить общие обсуждаемые темы. Идентифицируйте разделы, которые нужно читать как отдельные единицы. Примените следующие четыре шага к каждому разделу.
2. *Вопросы.* Сформулируйте вопросы к разделу. Часто при простой трансформации заголовков раздела получаются адекватные вопросы.
3. *Чтение.* Внимательно прочитайте раздел, пытаясь ответить на вопросы, которые вы сформулировали.
4. *Осмысление.* Обдумывайте текст по ходу чтения, пытаясь понять его, придумать примеры и увязывать материал с имеющимися знаниями.
5. *Пересказ.* После прочтения раздела попытайтесь вспомнить информацию, содержащуюся в нем. Попытайтесь ответить на сформулированные вами вопросы. Если вы не можете в достаточной мере вспоминать материал, снова прочитайте части, которые вам трудно вспомнить.
6. *Обзор.* После того как вы прочитали главу, мысленно просмотрите ее, вспоминая главные идеи. Снова попытайтесь ответить на сформулированные вами вопросы.

В слегка измененном виде эта техника рекомендовалась в главе 1 как метод для изучения этой книги. Основная особенность метода *PQ4R* — постановка вопросов и ответы на вопросы. Есть основания подозревать, что наиболее важный аспект этих особенностей — то, что они поощряют более глубокую и тщательную обработку материала текста. В начале этого раздела мы рассмотрели эксперимент Фрейза, который демонстрировал преимущества чтения текста с набором «предварительных организаторов». По-видимому, эти преимущества распространяются лишь на тестовые стимулы, связанные с данными вопросами.

В другом эксперименте Фрейза (Frase, 1975) сравнивалось влияние постановки вопросов и ответов на них. Он просил пары испытуемых изучить текст, кото-

7 Зак. 764

рый был разделен на половины. Для одной половины один испытуемый в паре читал отрывок и формулировал при этом вопросы к тексту. Эти вопросы давались второму испытуемому, который затем читал текст, пытаясь ответить на них. Испытуемые менялись ролями для второй половины текста. Все испытуемые отвечали на заключительный набор тестовых вопросов по данному отрывку. Испытуемые контрольной группы, которые просто читали текст, ответили правильно на 50 % вопросов из последующего набора. Экспериментальные испытуемые, которые формулировали вопросы при чтении, ответили правильно на 70 % из тестовых вопросов, которые были релевантны их вопросам, и на 52 % из нерелевантных тестовых вопросов. Когда экспериментальные испытуемые пытались ответить на вопросы при чтении текста, они ответили правильно на 67 % из релевантных тестовых вопросов и на 49 % из нерелевантных тестовых вопросов. Таким образом, очевидно, что и постановка вопросов и ответы на них улучшают память. Пожалуй, постановка вопроса в этом отношении эффективнее. Т. Х. Андерсон (Anderson, 1978) в обзоре литературы обнаруживает дополнительные доказательства особой важности постановки вопросов.

Обзор текста с учетом поставленных вопросов является другим важным компонентом метода *PQ4R*. Роткопф (Rothkopf, 1966) сравнил преимущества чтения текста с учетом имеющихся вопросов с преимуществом рассмотрения после чтения текста набора вопросов, которые позволили испытуемым просмотреть текст. Роткопф давал испытуемым инструкцию читать длинный текст с вопросами, размещенными через каждые три страницы. Вопросы были релевантны трем страницам, либо следующим за ними, либо предшествующим им. В первом условии испытуемые, как предполагалось, читали последующий текст с этими вопросами в уме. В последнем условии они должны были рассмотреть то, что они только что прочитали, и ответить на вопросы. Две экспериментальные группы сравнивались с контрольной группой, члены которой читали текст без каких-либо специальных вопросов. Члены этой контрольной группы правильно ответили на 30 % из вопросов в заключительном испытании по всему тексту. Члены экспериментальной группы, чьи вопросы предшествовали тексту, ответили правильно на 72 % из тестовых вопросов, релевантных их вопросам, и на 29 % из нерелевантных вопросов, что в основном повторяет результаты, полученные Фрейзом при сравнении эффективности релевантных и нерелевантных тестовых вопросов. Члены экспериментальной группы, чьи вопросы шли после текста, ответили правильно на 72 % из релевантных вопросов и на 42 % из нерелевантных вопросов. Таким образом, по-видимому, чтение текста с учетом вопросов может быть, в общем, более эффективно.

Методы обучения, включающие в себя постановку вопросов и ответы на вопросы, ведут к улучшению запоминания материала текста.

Осмысленное усложнение в сравнении с неосмысленным

В то время как только что рассмотренное исследование указывает на то, что осмысленная обработка ведет к улучшению запоминания, другое исследование указывает на то, что другие виды усложненной обработки также приводят к улучше-

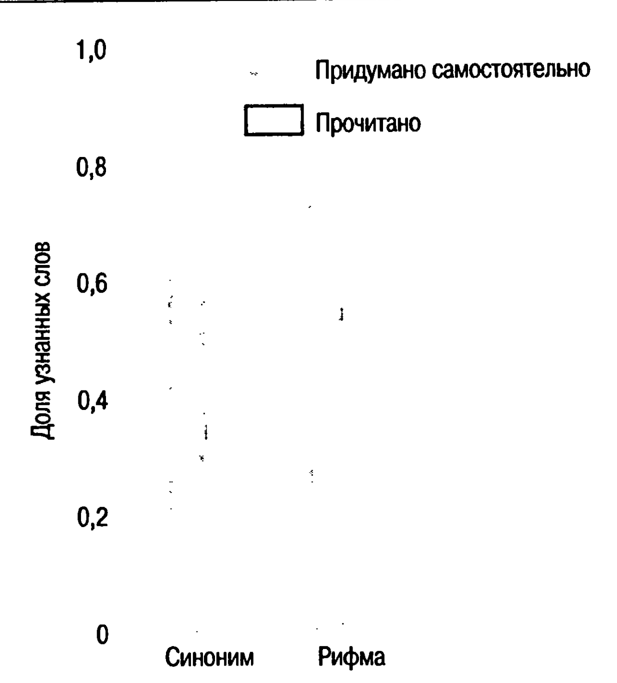


Рис. 6.13. Вероятность узнавания как функция типа усложнения и было ли оно придумано самостоятельно или прочитано (Slamecka & Graf, 1978)

нию запоминания. Например, Колерс (Kolers, 1979) изучал соотношение того, как испытуемые запоминают предложения, записанные обычным образом, и того, как они воспринимают перевернутые предложения. Он обнаружил, что испытуемые лучше помнят перевернутые предложения. Колерс утверждает, что дополнительная обработка при чтении предложений, записанных в перевернутом виде, обеспечивает основу для улучшения памяти. Но это является примером не более осмысленной, а более обширной обработки.

Исследование Сламеки и Графа (Slamecka & Graf, 1978) продемонстрировало особое влияние на память усложненной и осмысленной обработки. Они сравнивали условие «придумывания» с условием «чтения». В условии придумывания испытуемые должны были либо придумать синоним к заданному слову так, чтобы он начинался с определенной буквы (например, синоним слова *лес*, начинающийся с буквы «ч» [*чаща*]) либо рифму к заданному слову, также начинающуюся с определенной буквы (например, рифму к слову *лес*, начинающуюся с буквы «в» [*вес*]). В условии чтения испытуемые просто читали рифмующуюся пару слов или пару синонимов; а затем у них проверялось узнавание второго слова. Результаты этих исследований отражены на рис. 6.13. Испытуемые лучше выполняли задание с синонимами, когда сами придумывали пару к слову. Таким образом, можно предположить, что на запоминание влияет и семантическая, и усложненная обработка.

Более сложная обработка приводит к улучшению запоминания, даже если эта обработка не сосредоточена на значении материала.

Случайное и намеренное запоминание

До сих пор мы говорили о факторах, влияющих на память. Теперь мы обратимся к фактору, который не влияет на память, несмотря на то что интуиция подсказывает обратное: по-видимому, не имеет значения, собираются ли люди заучивать материал; скорее, важно то, как они обрабатывают материал. Это показано в эксперименте Хайда и Дженкинса (Hyde & Jenkins, 1973). Испытуемые видели группы из 24 слов, предъявлявшиеся со скоростью 1 слово за 3 с. Испытуемых одной группы просили проверить, имелась ли в каждом из этих слов буква «е» или «г». Испытуемых другой группы просили оценить приятность слов. Эти две задачи назывались задачами на ориентировку. Разумно допустить, что оценка приятности предполагала более осмысленную и глубокую обработку, чем задача на проверку букв. Другая экспериментальная переменная состояла в том, сообщалось ли испытуемым, что истинная цель эксперимента состояла в запоминании слова. Половине испытуемых в каждой группе сообщали об истинной цели эксперимента. Эти испытуемые, как считалось, находились в условии намеренного запоминания. Испытуемые другой половины в каждой группе, которые считали истинной целью оценку слов или проверку букв, как предполагалось, находились в условии случайного запоминания. Таким образом, в целом имелось четыре условия: «приятность — намеренное», «приятность — случайное», «проверка букв — намеренное», «проверка букв — случайное».

Таблица 6.3

Процент вспомненных слов как функция задачи на ориентацию и знания испытуемыми задачи на запоминание

Условия намеренности запоминания	Задача на ориентацию	
	Оценить приятность	Проверить буквы
Случайное	68%	39%
Намеренное	69%	43%

Адаптировано из: Hyde & Jenkins, 1973.

По окончании изучения списка всех испытуемых просили вспомнить как можно больше слов. В табл. 6.3 результаты эксперимента Хайда и Дженкинса представлены в терминах процентной доли от 24 вспомненных слов. Примечательны два результата. Во-первых, знание испытуемыми цели запоминания слов оказывало сравнительно малое влияние. Во-вторых, отмечалось большое влияние глубины обработки; испытуемые обнаружили намного более высокие результаты вспоминания в условии оценки приятности, независимо от того, ожидали ли они, что их проверят на вспоминание материала позже. При оценке слова на приятность испытуемые должны были думать о его значении, что дало им возможность больше работать над словом.

Эксперимент Хайда и Дженкинса иллюстрирует важное открытие, которое было много раз доказано в исследованиях намеренного запоминания в сравнении со случайным: то, намеренно человек запоминает что-либо или нет, имеет очень небольшое значение (Postman, 1964). Важно лишь, как человек обрабатывает ма-

териал при его предъявлении. Если он, не намереваясь запомнить материал, выполняет те же умственные действия, как и при намеренном запоминании, он одинаково хорошо запоминает материал в обоих условиях. Люди обычно обнаруживают лучшую память, когда намерены запомнить материал, потому что они, вероятно, выполняют действия, более способствующие хорошему запоминанию, такие как усложненная обработка и повторение. Небольшое преимущество у испытуемых в условии намеренного запоминания в эксперименте Дженкинса и Хайда может отражать некоторые незначительные различия в обработке. Эксперименты, в которых обработка тщательно контролировалась, обнаруживают, что намерение запомнить материал или интенсивность мотивации к запоминанию не оказывают никакого влияния (Nelson, 1976).

Имеется интересный будничный пример отношений между намерением запоминать и типом обработки: по утверждениям многих студентов, они обнаруживают, что легче запомнить материал из романа, который они не пытаются запомнить, чем материал из учебника, который они пытаются запомнить. Причина состоит в том, что студенты находят, что типичный роман намного легче додумать, и хороший роман предполагает такие усложнения (например, почему подозреваемый отрицал, что он знал жертву?).

Количество запомненного материала определяет уровень его обработки, а не то, намеренно он запоминался или нет.

Фотографические воспоминания и эффект самореференции

Хотя, по-видимому, намерение запомнить материал не влияет на память, различные данные указывают на то, что люди лучше запоминают события, которые для них важны. Большая группа исследований посвящена тому, что получило название *фотографических воспоминаний*. Браун и Кулик (Brown & Kulik, 1977) предположили, что некоторые события настолько важны, что навсегда запечатлеваются в памяти. Событие, на которое они указывали, было убийством президента Кеннеди в 1963 г., которое было особенно травмирующим для американцев их поколения. Они обнаружили, что большинство людей сохранили яркие воспоминания о событии по прошествии 30 лет. Но интерпретация этого результата проблематична, так как Браун и Кулик не располагали способом оценки точности сообщенных воспоминаний.

Со времени гипотезы Брауна и Кулика было проведено множество исследований для определения того, что испытуемые помнили о травмирующем событии немедленно после того, как оно произошло, и по прошествии времени. Это исследование немного напоминает навязывание адвокатских услуг пострадавшим от несчастных случаев. Например, Мак-Клоски, Уибл и Коэн (McCloskey, Wible, & Cohen, 1988) провели исследование в связи со взрывом космического корабля «Челленджер» в 1986 г. Для многих людей это событие, которое можно было видеть в прямом эфире, стало очень травмирующим. Мак-Клоски и его коллеги опрашивали испытуемых через неделю после инцидента и затем девятью месяцами позже. Они обнаружили, что испытуемые, хотя и сообщали о ярких воспоминаниях через девять месяцев, рассказывали о событиях весьма неточно. Палмер, Шрайбер и Фокс (Palmer, Schreiber, & Fox, 1989, 1991) пришли к несколько ино-

му выводу в исследовании воспоминаний о землетрясении 1989 г. в Сан-Франциско. Они сравнивали людей, которые фактически испытали землетрясение, с испытуемыми, которые только наблюдали его по телевидению. Испытуемые, которые испытали его сами, показали намного лучшую долговременную память на это событие. Конуэй, Андерсон, Ларсен, Донелли, Мак-Дэниел, Мак-Клелланд, Роулз и Лоуги (Conway, Anderson, Larsen, Donnelly, McDaniel, McClelland, Rawles, and Logie,1994) доказали, что отрицательный результат исследования Мак-Клоски и коллег объясняется тем, что у испытуемых не было «истинных» фотографических воспоминаний. Они утверждали, что решающую роль играет важность события для отдельного человека. Следовательно, фотографические воспоминания имелись только у людей, которые фактически испытали землетрясение в Сан-Франциско, а не у тех, кто видел его по телевидению. Они изучали воспоминания об уходе Маргарет Тэтчер с поста премьер-министра Великобритании в 1990 г. Они сравнили испытуемых из Великобритании, Соединенных Штатов и Дании, следивших за событиями по выпускам новостей. Оказалось, что 60 % испытуемых из Великобритании продемонстрировали совершенную память на события вокруг отставки 11 месяцами позже, тогда как небританцы обнаружили совершенную память лишь в 20 % случаев. Конуэй с коллегами утверждают, что это объясняется тем, что отставка Тэтчер была действительно важна только для британских испытуемых.

Подобный вид явлений, по-видимому, окружает то, что называется *эффектом самореференции*, который связан с тем фактом, что люди имеют тенденцию лучше помнить информацию, которая имеет к ним отношение. Роджерс, Куперс и Киркер (Rogers, Kuipers, & Kirker, 1977) обнаружили у испытуемых лучшую память на слова, которые их просили связать с самими собой. Гринвальд и Банджери (Greenwald & Banjeri, 1989) показали, что люди также обнаруживали лучшую память на слова, которые они связывали со своими друзьями. Таким образом, результат связан не только с самим человеком, но и с людьми, которые ему близки.

Не полностью ясно, какие механизмы лежат в основе влияния важности запоминаемой информации. Доказано, особенно для эффекта самореференции, что мы лучше можем усложнять информацию о нас самих и наших друзьях, потому что много знаем о нас самих и наших друзьях. Таким образом, механизм влияния важности информации может быть связан со сложностью обработки, обсуждавшейся ранее в этом разделе.

Информация, которую люди считают важной для них, обычно лучше запоминается.

Нервные корреляты кодирования

Имеются доказательства того, что лучше запоминаются стимулы, которые наиболее интенсивно обрабатываются мозгом во время заучивания. Например, показано, что слова, на которые регистрируется более сильный ССП (см. обсуждение в главе 1), с более высокой вероятностью будут вспомнены в дальнейшем. Точно так же Капур и коллеги (Kapur, 1994), используя метод ПЭТ, обнаружили бóльшую активность в левых лобных полях 45, 46 и 47 при решении задач, требующих более глубокой обработки.

В ряде исследований обнаружено, что активация в левой лобной доле коррелирует с более глубокой обработкой вербального материала и что вербальные стимулы, которые вызывают более сильную активацию в левой лобной доле, лучше запоминаются. Так как левое полушарие специализируется на вербальной обработке, эти результаты указывают на то, что для запоминания важна вербальная обработка материала.

Как мы более подробно обсудим в следующей главе, есть много доказательств того, что другая структура, гиппокамп, который расположен под корой височных долей, играет решающую роль в запоминании материала. Пациенты с поражениями области гиппокампа имеют очень плохую память. Показано, что у этих пациентов при вспоминании материала отмечается обширная активация в левой лобной доле (Buckner, личный контакт). Однако они демонстрируют плохую память. Таким образом, по-видимому, активность в левой лобной области может быть необходимым, но недостаточным условием для запоминания вербального материала.

Интересно, что не во всех исследованиях обнаруживается активация в области гиппокампа во время заучивания материала (Buckner & Koustal, 1998). Однако в некоторых исследованиях обнаруживается такая активация. Вагнер и коллеги (Wagner et al., 1998), используя метод ФОМР, обнаружили бо́льшую активацию и в левой лобной области и левой гиппокампальной области при более глубокой обработке вербального материала. Они также обнаружили бо́льшую активацию, регистрируемую методом ФОМР, в обеих этих областях для слов, которые впоследствии были вспомнены, чем для слов, которых испытуемые на могли вспомнить. О подобных результатах сообщали также Алкайр, Хайер, Фэллон и Каилл (Alkire, Haier, Fallon, & Cahill, in press) при использовании метода ПЭТ. Они утверждают, что причина того, что в некоторых исследованиях не обнаружи-

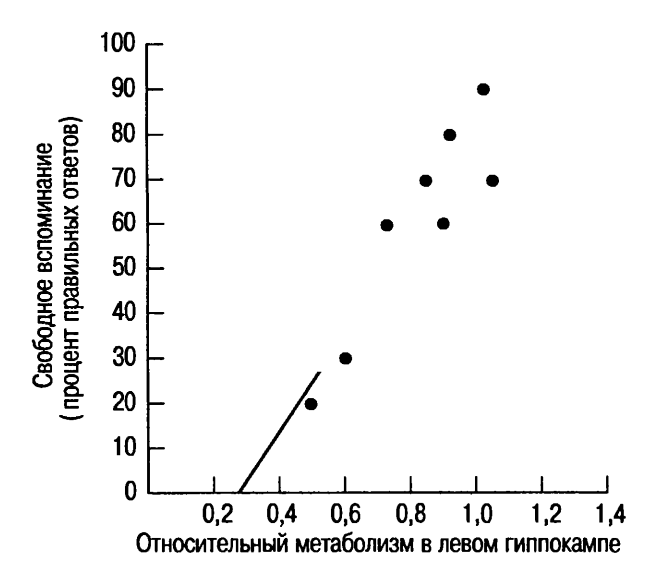


Рис. 6.14. График рассеяния, относящийся к более позднему уровню активности в левом гиппокампе в исследовании при свободном вспоминании через день (Alkire, Haier, Fallon & Cahill, in press)

вается увеличения гиппокампальной активности, состоит в том, что эти исследования касались только кратковременного удержания в течение нескольких минут. Алкайр и коллеги изучали связь между увеличением активности в гиппокампе при заучивании материала и вероятностью вспоминания через 24 ч. На рис. 6.14 показаны результаты. Каждая точка представляет одного из восьми испытуемых. Как можно заметить, те испытуемые, которые обнаружили самое большое увеличение гиппокампальной активности, продемонстрировали лучшую память. Это веское доказательство того, что гиппокампальная активность — предсказатель хорошей долговременной памяти.

Лучшая память на вербальный материал коррелирует с большей активацией в коре левой лобной доли и в левой гиппокампальной области.

Кодирование и извлечение информации

В этой главе рассматривались процессы, участвующие в запоминании информации. Однако нельзя говорить о каком-либо экспериментальном исследовании памяти, не учитывая, какие процессы участвуют в извлечении информации из памяти, что является темой следующей главы. Мы увидим, что многие проблемы, рассматриваемые в этой главе, значительно усложнены проблемами извлечения информации из памяти. Это, конечно, справедливо для влияния усложненной обработки, которую мы только что обсудили. Существует важная связь между тем, как обрабатывается материал при заучивании и при извлечении из памяти. Даже в этой главе мы не смогли обсудить влияние таких факторов, как тренировка, без того, чтобы обсудить основанные на активации процессы извлечения информации, которые облегчены этими процессами. В следующей главе также будет больше сказано об активации следов памяти.

Замечания и рекомендуемая литература

Учебники Андерсона (Anderson, 2000), Баддели (Baddeley, 1998) и Нита (Neath, 1998) посвящены памяти. Обзорное исследование Хили и Мак-Намары (Healy & McNamara, 1996) посвящено теории кратковременной памяти. Мартовский номер журнала *Memory & Cognition* за 1993 г. содержит множество статей по проблемам, касающимся кратковременной памяти. Относительно недавний обмен мнениями по вопросу распространения активации произошел между Ратклифом и Мак-Куном (Ratcliff & McKoon, 1992a, 1994) и Мак-Намарой (McNamara, 1992, 1994). Степенной закон научения рассмотрен в работах Андерсона и Скулера (Anderson & Schooler, 1991), Хеткота, Брауна и Мьюорта (Heathcote, Brown, & Mewhort, in press) и Ньюэлла и Розенблюма (Newell & Rosenbloom, 1981). В журнале *Scientific American* есть статьи, обсуждающие роль префронтальной коры в оперативной памяти (Goldman-Rakic, 1992) и природу долговременного потенцирования в гиппокампе (Kandel & Hawkins, 1992), а также других видов нервного научения.

ГЛАВА 7

Человеческая память: удержание и извлечение

В предыдущей главе обсуждался процесс кодирования информации в памяти. Но основная жалоба большинства людей на память состоит не в том, что они испытывают трудности при первоначальном заучивании материала, а скорее в том, что они забывают многое из того, что заучили. Есть две очевидные причины того, почему впоследствии мы не можем вспомнить то, что запоминали. Одна из них заключается в том, что информация утрачена, а другая — в том, что информация в памяти все еще присутствует, но мы не можем извлечь ее оттуда. Не всегда легко отличить эти два варианта. Как мы увидим, вещи, которые мы, очевидно, забываем в одном контексте, могут стать доступными в другом.

Из двух этих вариантов более интересен тот, согласно которому мы на самом деле никогда не теряем наши воспоминания, и забытый материал все еще находится в памяти, но мы не можем его извлечь. Данные, о которых сообщает Пенфилд (Penfield, 1959), согласуются с этим представлением. В ходе нейрохирургической процедуры Пенфилд электрически стимулировал части мозга пациентов и просил их сообщить, что они испытывали (пациенты находились в сознании в течение операции, но метод стимуляции был безболезненным). Таким образом, Пенфилд определил функции различных частей мозга. Возбуждение височных долей вело к сообщениям о воспоминаниях, которые были недоступны пациентам при нормальном вспоминании — например, события их детства. Это выглядело так, как будто осуществлявшаяся Пенфилдом стимуляция активизировала части сети памяти, которых не могла бы достичь распространяющаяся активация. К сожалению, трудно сказать, были ли сообщения пациентов об их воспоминаниях точными, поскольку нельзя было вернуться в прошлое и проверить, произошли ли события, о которых сообщали испытуемые. Поэтому, хотя эксперименты Пенфилда и наводят на определенные мысли, в целом они не принимаются в расчет исследователями памяти.

Более удачный эксперимент, проведенный Нельсоном (Nelson, 1971), также указывает на то, что «забытые» воспоминания все еще существуют. Он предлагал испытуемым заучивать 20 парных ассоциаций «число — существительное»; они заучивали список, пока не достигали критерия одной безошибочной проверки. Испытуемые возвращались для повторной проверки двумя неделями позже, вспо-

миная 75 % стимулов. Но исследователя интересовали 25 % стимулов, когда испытуемые не могли вспомнить существительное при предъявлении числа. Испытуемые снова заучивали 20 парных ассоциаций. Парные ассоциации, которых они не смогли вспомнить, либо оставались теми же самыми, либо были изменены. При их изменении новый ответ был связан со старым стимулом. Если испытуемые заучивали 43-*собака*, но не смогли вспомнить ответ на цифру 43, теперь они могли заучить либо ассоциацию 43-*собака* (неизмененную), либо ассоциацию 43-*дом* (измененную). После однократного изучения нового списка их тестировали. Если бы испытуемые утратили всю информацию о забытых парах, не должно было быть никакого различия между измененными и неизмененными парами. Однако испытуемые правильно вспомнили 78 % прежде пропущенных неизмененных стимулов, но лишь 43 % измененных стимулов. Это большое преимущество неизмененных стимулов указывает на то, что испытуемые сохранили некоторую информацию о парных ассоциациях, даже при том, что они не могли вспомнить их первоначально. Наличие сохраненной информации отразилось в разнице во времени, проявившейся при повторном заучивании.

Нельсон (Nelson, 1978) также изучал ситуацию, в которой тест на удержание информации включал в себя узнавание. Спустя четыре недели после заучивания парных ассоциаций испытуемые не сумели узнать 31 % из них. Как и в предыдущем эксперименте, Нельсон просил испытуемых повторно изучить пропущенные стимулы. Для половины стимулов ответы изменились, а для другой половины они остались неизменными. После еще одной попытки заучивания испытуемые узнавали 34 % из неизменных стимулов, но только 19 % из измененных стимулов. Первый тест на удержание—узнавание должен быть очень чувствителен к тому, помнят ли испытуемые что-нибудь. Но даже когда при проведении этого чувствительного теста испытуемые ничего не вспоминают, по-видимому, имеются некоторые доказательства того, что запись о стимуле все еще хранится в памяти. Эти доказательства сводятся к тому, что повторное заучивание в случаях неизменных пар было успешнее, чем в случаях измененных пар. Значение исследования Нельсона состоит в том, что, если мы можем придумать достаточно чувствительный параметр, мы можем показать, что забытый материал все еще находится в памяти.

Эти эксперименты не доказывают, что человек помнит все. Они лишь показывают, что с помощью соответствующих чувствительных параметров можно найти доказательства наличия остатков некоторых воспоминаний, которые кажутся забытыми. В этой главе мы обсудим, как хранящийся в памяти материал со временем становится менее доступным. Затем мы обсудим некоторые факторы, определяющие наш успех при вспоминании этого материала.

Даже когда кажется, что испытуемые забыли материал, чувствительные тесты могут находить доказательства наличия части этого материала.

Функция удержания

На рис. 6.1 в предыдущей главе показана функция удержания Эббингауза для списков бессмысленных слогов. Значительное количество исследований было посвящено форме функции удержания. Многие из этих исследований были вы-

полнены Викельгреном. В одном эксперименте на узнавание (Wickelgren, 1975) он предъявлял испытуемым последовательность слов для заучивания и затем изучал вероятность узнавания ими слов после задержек в пределах от одной минуты до 14 дней. На рис. 7.1 показаны результаты испытуемых как функция продолжительности задержки. Викельгрен использовал меру узнавания *d'*, которая получена из вероятности узнавания Викельгрен интерпретировал ее как меру силы памяти.

Мы видим, что результаты испытуемых систематически ухудшаются с увеличением задержки. Однако ускорение этих изменений отрицательно, т. е. скорость изменения становится все меньше с увеличением задержки. На рис. 7.1, *б* я по-

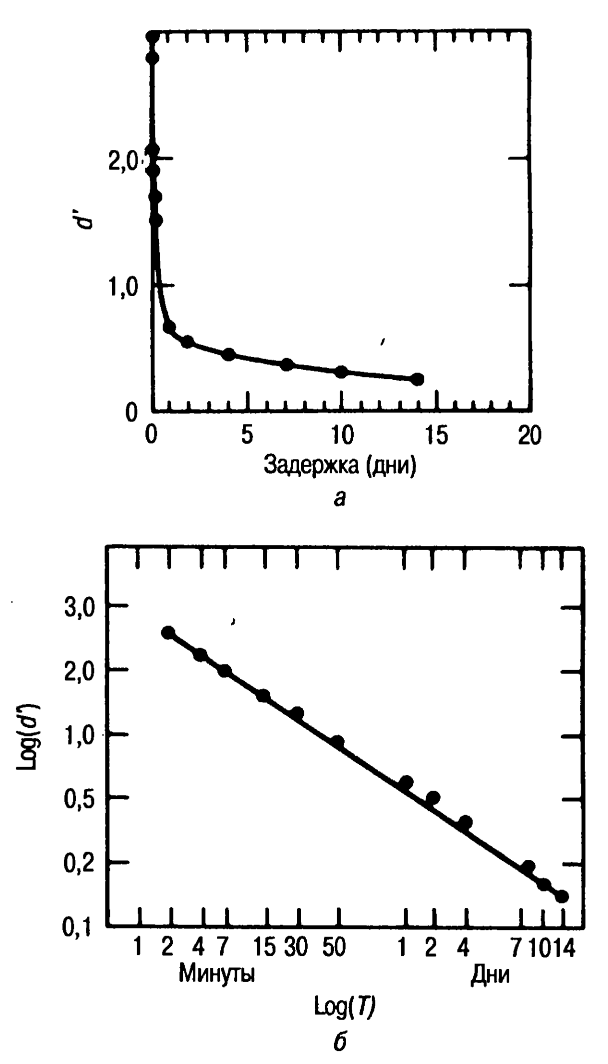


Рис. 7.1. *а* — успешность узнавания слова *d'* как функции времени задержки *T*; *б* — данные с графика *а*, представленные в логарифмическом масштабе (адаптировано из: Wickelgren, 1975)

строил другой график для этих данных, используя логарифм меры эффективности узнавания и логарифм времени задержки. К нашему удивлению, функция становится линейной. Логарифм эффективности узнавания — это линейная функция от логарифма времени задержки *T*; то есть

$$log\,(d') = A - b\,logT.$$

Это уравнение может быть преобразовано в форму

$$d' = CT^{-b},$$

где $C=10^A$. То есть эти меры эффективности узнавания — степенная функция от времени задержки. Интересно, что функция удержания Эббингауза на рис. 6.1 также может быть представлена в виде степенной функции. В обзоре исследований забывания Уикстед и Эббесен (Wixted & Ebbesen, 1991) делают вывод, что функции удержания — это, как правило, степенные функции. Это называется степенным законом забывания. Вспомните из предыдущей главы, что имеется также степенной закон научения — кривые тренировки описываются степенными функциями. Обе функции имеют отрицательное ускорение, но имеется одно важное различие. Функции тренировки все меньше улучшаются с практикой, тогда как функции удержания все меньше ухудшаются с увеличением времени задержки.

Отрицательно ускоренный характер функции удержания важен ввиду предполагаемого различия между кратковременной и долговременной памятью. Вспомните, что один из аргументов за кратковременную память был основан на быстрой потере материала из памяти в течение первых нескольких секунд, после чего память стабилизировалась (например, рис. 6.3). Тот факт, что все функции удержания имеют эту характеристику, предполагает, что в функции кратковременной памяти нет ничего особенного. Как отмечено ранее, функция Эббингауза обнаруживает этот паттерн на промежутке в несколько дней. Причина того, что некоторые воспоминания быстро затухают в течение секунд, а другие — в течение дней, связана с силой кодирования следов памяти. Андерсон и Скулер (Anderson & Schooler, 1991) показывают, что все функции удержания (включая функции гипотетической кратковременной памяти) — это степенные функции. Степень тренировки только отдаляет точку их видимого затухания.

Впечатляющий пример функции удержания был дан Бахриком (Bahrick, 1984), который изучал удержание испытуемыми статей англо-испанского словаря в период от момента сразу после заучивания до срока в 50 лет после того, как они закончили среднюю школу и колледж. На рис. 7.2 изображены графики вспоминания из 15 стимулов как функция логарифма времени, начиная с завершения обучения. Построены отдельные графики функции для студентов, которые закончили один, три или пять курсов. Данные показывают медленное затухание знаний в сочетании с существенным влиянием тренировки. По данным Бахрика, функции удержания почти постоянны между 3 и 25 годами (как и следовало ожидать на основании степенной функции), с некоторым понижением в дальнейшем от 25 до 49 лет (которое быстрее, чем можно предсказать на основании степенной функции). Бахрик (личный контакт) предполагает, что это снижение в конце, вероятно, связано с ухудшением физиологии с возрастом.

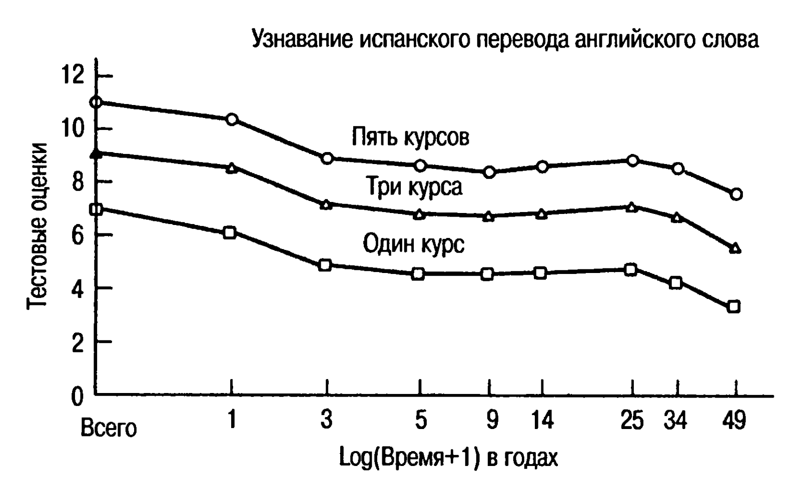


Рис. 7.2. Влияние уровня тренировки на удержание слов из словаря (Bahrick, 1984 © 1984, *American Psychological Association*. Воспроизведено с разрешения)

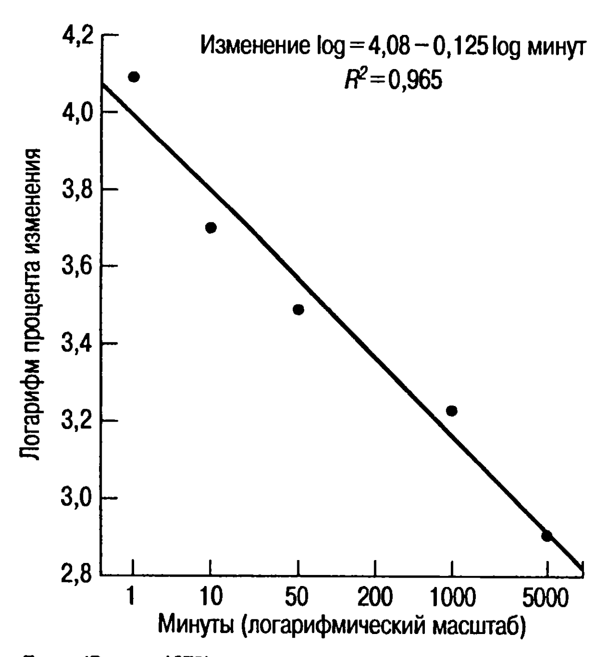


Рис. 7.3. Данные Барнс (Barnes, 1979): процентный показатель долговременного потенцирования как функция логарифма задержки

Имеются некоторые доказательства, что эти функции затухания можно объяснить на основе нервных процессов. Вспомните из предыдущей главы, что долговременное потенцирование — это усиление нервного реагирования как функция прежней электрической стимуляции. Мы видели в предыдущей главе, что долго-

временное потенцирование отражает степенной закон в научении. На рис. 7.3 показаны некоторые данные из работы Барнс (Barnes, 1979), демонстрирующие уменьшение долговременного потенцирования с увеличением задержки. Она изменяла интервал удержания от двух минут до одной недели. На рис. 7.3 показан график в логарифмическом масштабе, приблизительно соответствующий линейной функции (в первоначальном масштабе эта функция является степенной функцией). Таким образом, течение времени при забывании на нервном уровне отражает течение времени при поведенческом забывании, так же как нервная функция научения отражала поведенческую функцию научения. В терминах понятия силы, введенного в предыдущей главе, предполагается, что сила следов памяти затухает со временем. Данные о долговременном потенцировании предполагают, что ключевой момент этого затухания силы включает в себя изменения в синаптической силе. Таким образом, может существовать прямая связь между силой, определенной на поведенческом уровне, и силой, определенной на нервном уровне.

Идея о том, что сила следов памяти просто затухает со временем, — одно из обычных объяснений забывания; она называется *теорией затухания*. Следующей мы рассмотрим одну из главных конкурирующих с ней теорий, объясняющих забывание, — теорию интерференции.

Сила следа памяти затухает как степенная функция от интервала удержания.

Влияние помех

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что единственный фактор, который влияет на потерю материала из памяти, — это время. Но оказывается, что на удержание сильное влияние оказывает и другой фактор — материал, служащий помехой. Многие из первоначальных исследований помех включали в себя изучение ассоциативных пар, при котором интерес был сосредоточен на том, как изучение одного списка ассоциативных пар влияет на удержание в памяти другого списка. В типичном эксперименте на помехи определялись две критические группы (см. табл. 7.1). Экспериментальная группа *A-D* заучивала два списка ассоциативных пар, первый список обозначался как *A-B*, а второй — как *A-D*. Эти списки были обозначены таким образом, потому что в них присутствовали общие стимулы (термины *A*). Например, среди пар, которые заучивали испытуемые в списке *A-B*, могли быть *cat-43* и *house-61*, а в списке *A-D* — *house-82* и *house-37*. Контрольная группа *C-D* также сперва заучивала список *A-B*, но затем заучивала другой список, обозначенный как *C-D*, который не содержал тех же стимулов, что первый список. Например, во втором списке *C-D* испытуемые могли заучивать пары *bone-82* и *cup-37*. После заучивания соответствующих вторых списков у обеих групп повторно тестировалась память на их первый список, которым в обоих случаях был список *A-B*. Часто этот тест на удержание проводился после значительной задержки продолжительностью 24 часа или одна неделя. Вообще, результаты у группы *A-D* были хуже, чем у группы *C-D*, это касалось и скорости заучивания второго списка, и удержания первоначального списка *A-B* (Keppel, 1968). Особенно важным с точки зрения удержания было то, что изучение списка *A-D* служит помехой для списка *A-B* и приводит к его забыванию.

Таблица 7.1

Экспериментальная и контрольная группы, используемые в типичной парадигме помех

Экспериментальная группа *A-D*		Контрольная группа *C-D*	
Заучивался	*A-B*	Заучивался	*A-B*
Заучивался	*A-D*	Заучивался	*C-D*
Тестировался	*A-B*	Тестировался	*A-B*

В более общем плане это исследование показывает, что трудно удерживать множественные ассоциации на один и тот же стимул. Сложнее одновременно заучивать новые стимулы и удерживать в памяти старые. Может показаться, что из этого вытекают довольно печальные выводы о нашей способности помнить информацию. Это, казалось бы, подразумевает, что становится все труднее запоминать новую информацию о каком-либо понятии. Каждый раз, когда мы узнаем новый факт о друге, будет возникать опасность забывания старого факта об этом друге. К счастью, имеются важные дополнительные факторы, которые смягчают действие подобных помех. Но перед их обсуждением мы должны более подробно рассмотреть, на чем основано влияние помех. Оказывается, что для выявления причины влияния помех полезна совершенно другая парадигма.

Изучение дополнительных ассоциаций на стимул может приводить к забыванию старых.

Эффект веера

Влияние помех, которые мы только что рассмотрели, может быть понято в терминах количества распространяющейся активации, которая активизирует какую-либо структуру памяти. Основная идея состоит в том, что, когда испытуемым предъявляется стимул, например слово *cat* (кошка), от него распространяется активация ко всей информации, связанной с этим словом. Существует предел для количества активации, которая может распространяться из такого источника: чем больше материала памяти связано с этим источником, тем меньшее количество активации распространится к каждой отдельной структуре памяти. В одном эксперименте, иллюстрирующем эти идеи (Anderson, 1974a), я просил испытуемых запомнить 26 фраз уже знакомого нам типа «человек в определенном месте». Некоторые люди образовывали пару только с одним местом, а некоторые места — только с одним человеком. Другие люди образовывали пару с двумя местами, а другие места — с двумя людьми. Например, предположим, что испытуемые изучали следующие предложения.

1. Врач в банке. (1-1)
2. Пожарник в парке. (1-2)
3. Адвокат в церкви. (2-1)
4. Адвокат в парке. (2-2)

После каждого утверждения записаны два числа, отражающие число фактов, связанных с субъектом и местом. Например, предложение 3 помечено парой чисел 2-1, потому что субъект имеется в двух предложениях (предложения 3 и 4),

а место — в одном (предложение 3) Испытуемых заставляли заучивать этот материал, пока они не запоминали его довольно хорошо. Перед началом этапа измерения времени реакции испытуемые были способны вспомнить все места, связанные с определенной профессией человека (например, с врачом), и всех людей, связанных с определенным местом (например, с парком). Таким образом, в отличие от экспериментов на помехи, рассмотренные ранее, запоминался весь материал и интерес был сосредоточен на скорости, с которой он мог быть извлечен из памяти. После запоминания материала испытуемые приступали к узнаванию на скорость. На этой стадии эксперимента им предъявлялись предложения, и они должны были сказать, узнают ли они предложения из заученного набора. Новые отвлекающие предложения были созданы путем составления новых пар из людей и мест из заучивавшегося набора. Время реакции на предложения, подобные приведенным выше, показано в табл. 7.2. Данные таблицы расположены в зависимости от числа фактов, связанных с человеком и местом. Как можно заметить, время узнавания увеличивается как функция от числа фактов, известных о человеке, и числа фактов, известных о месте. Обнаруженное замедление извлечения материала невелико, но оно может иметь значение, что знает любой студент, который выполнял тест в условиях ограниченного времени. Если тратить немного больше времени для ответа на каждый вопрос, можно не успеть выполнить тест.

Таблица 7.2

Среднее время узнавания предложений как функция от числа фактов, известных о человеке и месте

Число предложений, в которых упоминается определенное место	Число предложений об определенном человеке	
	Одно предложение	Два предложения
Одно предложение	1,11 с	1,17 с
Два предложения	1,17 с	1,22 с

Источник: Anderson, 1947a.

Эти влияния помех можно объяснять при помощи концепции распространения активации, примененной к пропозициональным сетям, подобным описанным в главе 5. На рис. 7.4 показана сетевая репрезентация для предложений от 1 до 4. Применяя концепцию активации к этой репрезентации, мы можем объяснить увеличение времени реакции. Рассмотрим, как испытуемый мог бы узнать стимул «Адвокат в парке». Согласно теории распространения активации, узнавание этой пропозиции включает в себя следующие дискретные шаги.

1. Предъявление стимула будет активизировать репрезентацию терминов «адвокат», «в» и «парк» в этой сети. Это источники активации.
2. Активация распространится из этих источников по различным путям, идущим из узлов. Важнейшее допущение состоит в том, что эти источники имеют фиксированную способность к активации; таким образом, чем большее количество путей ведет из источника, тем меньшее количество активации передается по каждому пути.

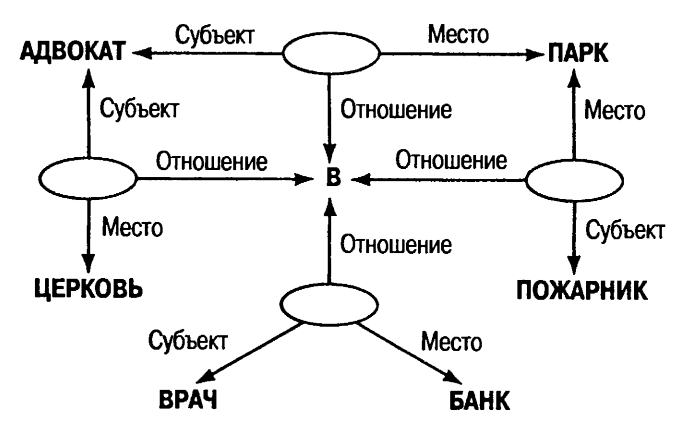


Рис. 7.4. Сетевые репрезентации для следующих четырех предложений, используемых в эксперименте Андерсона (Anderson, 1974a): «Врач в банке»; «Пожарник в парке»; «Адвокат в церкви»; «Адвокат в парке»

3. Активация, передающаяся различными путями, будет сходиться в узлах пропозиций. Эта активация будет суммироваться и активировать узел пропозиции.
4. Пропозиция будет узнана за определенное время, длительность которого обратно пропорциональна уровню активации.

Так, если рассматривать такую структуру, как на рис. 7.4, испытуемые должны медленнее узнавать предложения со словами «адвокат» и «парк», чем со словами «врач» и «банк», потому что из первого набора понятий выходит больше путей. То есть в случае понятий «адвокат» и «парк» из каждого понятия два пути указывают на две пропозиции, в которых заучивалось каждое из понятий, тогда как только по одному пути ведут из понятий «банк» и «врач». *Эффект веера* — название, данное увеличению времени реакции, обусловленному увеличением числа фактов, связанных с понятием. Это название объясняется тем, что увеличение времени реакции связано с увеличением веера фактов, исходящих из сетевой репрезентации понятия.

Чем больше фактов связано с понятием, тем медленнее извлечение из памяти каждого из этих фактов.

Помехи со стороны материала, запомненного до эксперимента

Имеют ли место помехи со стороны материала, заученного вне лаборатории? Пытаясь дать ответ на этот вопрос, Льюис и Андерсон (Lewis & Anderson, 1976) исследовали, может ли эффект веера распространяться на материал, который испытуемый знал перед экспериментом. Мы предлагали испытуемым заучивать выдуманные факты об общественных деятелях, например «Наполеон Бонапарт был родом из Индии». Испытуемые заучивали от ноля до четырех таких выдуманных фактов о каждом общественном деятеле. После изучения этих «фактов» они переходили к стадии тестирования узнавания. На этой стадии они рассматривали три типа предложений: 1) утверждения, с которыми они ознакомились в эксперименте; 2) истинные факты об общественных деятелях (например, «Наполеон Бо-

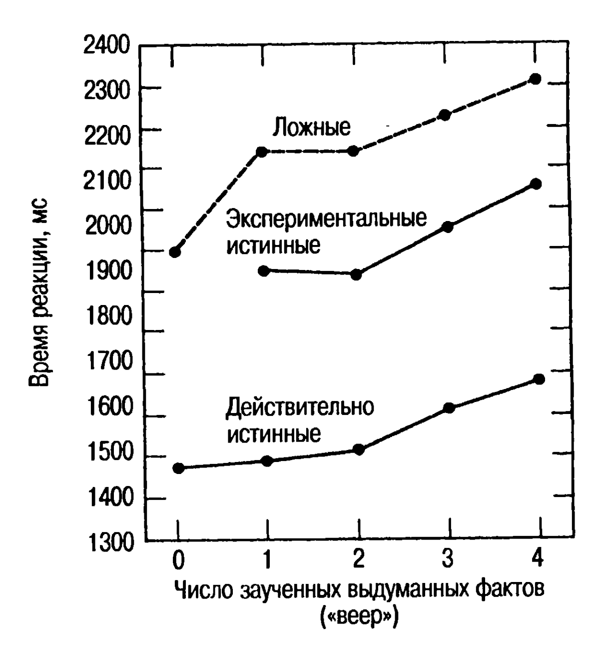


Рис. 7.5. Время реакции из эксперимента Льюиса и Андерсона (Lewis & Anderson, 1976). Задача состояла в том, чтобы распознать истинные и выдуманные факты об общественных деятелях и отклонить утверждения, которые не были ни истинными, ни выдуманными. Этот рисунок показывает, что время, требующееся испытуемым для всех трех оценок, увеличивалось по мере того, как они узнавали большее количество выдуманных фактов об общественных деятелях

напарт был императором»); 3) утверждения об общественных деятелях, которые были ложными и в экспериментальном выдуманном мире, и в реальном мире. Испытуемые были должны назвать первые два типа фактов как истинные и последний тип — как ложный.

На рис. 7.5 представлено время реакции испытуемых при оценке утверждений как функция числа, или «веера», выдуманных фактов, известных о человеке. Обратите внимание, что время реакции увеличивалось с увеличением «веера» для всех типов фактов. Также обратите внимание, что испытуемые реагировали намного быстрее на действительные факты, чем на экспериментальные. Преимущество действительных фактов можно объяснить тем, что эти истинные факты были намного сильнее кодированы в памяти, чем выдуманные факты. Наиболее важный результат, на который следует обратить внимание на рис. 7.5, состоит в том, что чем больше выдуманных фактов изучали испытуемые о людях типа Наполеона Бонапарта, тем больше времени уходило у испытуемых на узнавание факта, который был им уже известен об этом человеке, например «Наполеон Бонапарт был императором». Таким образом мы можем создавать помехи с помощью материала, заученного до эксперимента. Для дальнейшего изучения этой темы обратитесь к работе Петерсона и Поттса (Peterson & Potts, 1982).

Материал, заученный ранее вне лаборатории, может служить помехой для запоминания материала, заученного в лаборатории.

Помехи и затухание

Мы рассмотрели два механизма, которые могут вызывать забывание Один — это затухание силы следа, а второй — помехи со стороны других воспоминаний. В психологии существовала одна теория, согласно которой то, что кажется затуханием, в действительности может быть проявлением влияния помех. То есть причина очевидного затухания воспоминаний при увеличении времени удержания материала состоит в том, что на них влияют помехи, созданные дополнительными воспоминаниями, имеющимися у испытуемого. Это привело к тому, что было проведено исследование, в котором выяснялось, когда материал лучше удерживался в памяти — если во время задержки испытуемые спали или если в это время они были активны. По мысли исследователей, во время сна будет запомнено меньше нового материала, который может служить помехой. Экстранд (Ekstrand, 1972) сделал обзор многочисленных исследований, согласующихся с выводом о том, что в течение периода сна забывается меньше материала. Но, по-видимому, критической переменной является не сон, а, скорее, время дня, в которое заучивался материал. Хоки, Дэвис и Грей (Hockey, Davies, & Gray, 1972) обнаружили, что испытуемые лучше помнили материал, который они заучили ночью, даже если они всю ночь бодрствовали и спали днем. По-видимому, ранний вечер — период самого высокого возбуждения (по крайней мере, для типичных испытуемых-студентов), и удержание лучше для материала, изученного в состоянии высокого возбуждения. Обзор литературы по влиянию времени дня содержится в книге Андерсона (Anderson, 2000).

В психологии давно ведется спор о том, отражают ли функции удержания, подобные изображенным на рис. 7.1 и 7.2, затухание в отсутствии каких-либо помех, или они отражают помехи от неопознанных источников. Выдвигались возражения против теорий затухания, потому что они не идентифицируют психологические факторы, вызывающие забывание, а скорее утверждают, что забывание происходит спонтанно, со временем. Но возможно, не существует никакого объяснения затухания на чисто психологическом уровне. Объяснение может быть физиологическим, как мы видели в случае с данными по долговременному потенцированию (см. рис. 7.3). Таким образом, по-видимому, учитывая имеющиеся данные, следует сделать вывод, что вклад в забывание вносят и помехи, и затухание.

Забывание вызвано и затуханием силы следа, и помехами со стороны других воспоминаний.

Помехи и избыточная информация

Для ситуаций, в которых человек испытывает влияние помех, существует следующее ограничение: такие помехи имеют место, только когда человек запоминает разнообразную информацию, которая никак не связана между собой. Помехи не отмечаются, когда воспоминания несколько избыточны. Эксперимент Брэдшоу и Андерсона (Bradshaw & Anderson, 1982) иллюстрирует противоречивые влияния избыточной и нерелевантной информации. Эти исследователи изучали способность испытуемых запоминать малоизвестную информацию об известных людях. В одном условии они предлагали испытуемым запомнить единственный факт:

- В детстве Ньютон был эмоционально неустойчивым.

В нерелевантном условии они предлагали испытуемым заучить факт-мишень плюс два несвязанных факта об этом человеке:

- Локк был несчастен во время учебы в Вестминстере.

Плюс

- Локк считал, что детям вредны фрукты.
- У Локка часто болела спина.

В третьем, релевантном условии испытуемые заучивали два дополнительных факта, которые были причинно связаны с фактом-мишенью:

- Моцарт предпринял длительное путешествие из Мюнхена в Париж.

Плюс

- Моцарт хотел оставить Мюнхен, чтобы избежать романтической истории
- Моцарта интересовали парижские музыкальные новинки.

Испытуемых тестировали на способность вспомнить факты-мишени сразу после их заучивания и через неделю. Им предъявляли такие имена, как Ньютон, Моцарт и Локк, и их просили вспомнить то, что они заучивали. Результаты показаны в табл. 7.3. При сравнении нерелевантного условия с условием единственного стимула мы видим стандартное влияние помех, выражающееся в том, что вспоминание ухудшается, когда нужно запомнить больше фактов о данном стимуле. Однако мы приходим к совсем другому выводу, когда сравниваем релевантное условие с условием единственного стимула. Здесь, особенно при задержке в одну неделю, вспоминание лучше, когда испытуемый должен заучить дополнительные факты, причинно связанные с фактами-мишенями.

Таблица 7.3

Процент вспомненного материала как функция условия и интервалов времени

	Немедленное вспоминание	Вспоминание через неделю
Единственный факт	92	62
Нерелевантные факты	80	45
Релевантные факты	94	73

Источник: Bradshaw & Anderson, 1982.

Чтобы понять, почему при наличии избыточной информации о запоминаемом материале помехи отсутствуют или даже воздействуют позитивно, необходимо перейти к обсуждению процесса извлечения материала и, в особенности, роли умозаключений в этом процессе.

Заучивание избыточного материала не мешает запоминанию стимула-мишени и может даже облегчать его запоминание.

Извлечение материала и умозаключения

Часто, когда испытуемые не могут вспомнить отдельный факт, они способны извлечь из памяти связанные с ним факты и на их основе вывести факт-мишень. Так, в случае с вышеприведенными фактами из жизни Моцарта, даже если испытуемые не могли вспомнить, что Моцарт предпринял длинное путешествие из Мюнхена в Париж, они могли вывести этот факт-мишень, если вспоминали два других факта. Есть убедительные доказательства того, что люди делают такие выводы во время вспоминания и даже не знают об этом, полагая, что они вспоминают фактически заученный материал.

Брансфорд, Баркли и Фрэнкс (Bransford, Barclay, & Franks, 1972) сообщили о другом эксперименте, который демонстрирует, как умозаключения могут вести к неправильному вспоминанию. Они предлагали испытуемым заучивать одно из следующих предложений.

1. Три черепахи отдыхали около плывущего бревна, и под ними плавали рыбы.
2. Три черепахи отдыхали на плывущем бревне, и под ними плавали рыбы.

Испытуемых, заучивавших предложение 1, позже спрашивали, заучивали ли они следующее предложение.

3. Три черепахи отдыхали около плывущего бревна, и под ним плавали рыбы.

Не многие испытуемые считали, что они заучивали его. Испытуемые, заучившие предложение 2, тестировались с помощью следующего предложения.

4. Три черепахи отдыхали на плывущем бревне, и под ним плавали рыбы.

Предложение 4 намного чаще оценивалось этими испытуемыми как заучивавшееся, чем предложение 3 — другой группой испытуемых. Конечно, предложение 4 подразумевается предложением 2, тогда как предложение 3 не подразумевается предложением 1. Таким образом, испытуемые полагали, что они фактически заучивали то, что подразумевалось изучаемым материалом.

Исследование Сулина и Дулинга (Sulin & Dooling, 1974) является иллюстрацией того, как умозаключение может искажать запоминание испытуемыми текста. Они просили испытуемых прочитать следующий отрывок.

Потребность Кэрол Харрис в профессиональной помощи

Кэрол Харрис с рождения была проблемным ребенком. Она была своенравной, упрямой и вспыльчивой. К возрасту восьми лет Кэрол все еще была неуправляема. Родители беспокоились по поводу ее психического здоровья. В их штате не было соответствующего учреждения, в котором могли бы оказать помощь. Ее родители наконец решили, что нужно что-то делать. Они наняли для Кэрол частного преподавателя.

Испытуемые из второй группы читали тот же самый отрывок за исключением того, что имя Кэрол Харрис было заменено на Элен Келлер.[1] Через неделю после чтения отрывка испытуемым давали тест на узнавание, в котором им предъявля-

[1] Элен Келлер была известна этим испытуемым тем, что в детстве преодолела глухоту и слепоту.

лось предложение и их просили оценить, присутствовало ли оно в отрывке. Одним из критических предложений было «Она была глухой, немой и слепой». Лишь 5 % испытуемых, читавших отрывок про Кэрол Харрис, приняли это предложение, но 50 % испытуемых, читавших отрывок про Элен Келлер, полагали, что они читали это предложение. Именно этого мы и ожидали. Испытуемые второй группы дополняли рассказ фактами, которые они знали о Элен Келлер. Таким образом, при тестировании им казалось разумным, что это предложение присутствовало в изучаемом материале, но в этом случае их умозаключение было неправильным.

Интересно выяснить, делался ли такой вывод, как «Она была глухой, немой и слепой» в то время, как испытуемый изучал отрывок, или только во время тестирования. Это сложный вопрос, и, конечно, испытуемые едва ли дадут на него ответ. Но с помощью ряда методов, по-видимому, можно получить данные о том, что выводы делаются при тестировании. Один из методов состоит в определении того, чаще ли испытуемый использует умозаключения при увеличении задержки. С задержкой память испытуемых на изучаемый отрывок должна ухудшаться, и если испытуемые делают выводы при тестировании, они должны будут воссоздавать больше материала, что в свою очередь будет вести к большему количеству ошибочных умозаключений. Дулинг и Кристиансен (Dooling & Christiaansen, 1977), а также Спайро (Spiro, 1977) обнаружили свидетельства того, что с увеличением задержки тестирования увеличивается количество умозаключений.

Дулинг и Кристиансен использовали и другой метод с применением отрывка о Кэрол Харрис, чтобы показать, что выводы были сделаны при тестировании. Они предлагали испытуемым заучивать отрывок и через неделю непосредственно перед испытанием говорили им, что Кэрол Харрис — это в действительности Элен Келлер. В этой ситуации испытуемые также делали много ошибочных умозаключений, принимая такие предложения, как «Она была глухой, немой и слепой». Так как до тестирования они не знали, что Кэрол Харрис — это Элен Келлер, они должны были делать такие выводы при тестировании. Таким образом, по-видимому, испытуемые делают такие воссоздающие умозаключения во время тестирования.

В попытке вспомнить материал люди будут использовать все, что они могут вспомнить, чтобы сделать вывод о том, что они заучивали.

Правдоподобное вспоминание

Итак, мы выяснили, что испытуемые допускают ошибки, когда вспоминают или узнают не предъявлявшиеся им факты. Но в реальной жизни такие вспоминания часто расцениваются как не ошибки, а как разумные выводы. Ридер (Reder, 1982) доказала, что многие вспоминания в реальной жизни включают в себя правдоподобные умозаключения, а не точные вспоминания. Например, решая, что Дарт Вадер из «Звездных войн» — «злой» персонаж, человек не ищет в памяти информацию о том, что Дарт Вадер — «злой», хотя, возможно, об этом прямо говорилось в фильме. Человек делает вывод, что Дарт Вадер «злой», на основе своих воспоминаний о его поведении.

Ридер продемонстрировала, что испытуемые ведут себя по-разному в зависимости от того, просят ли их извлечь из памяти точную информацию или прибегнуть к правдоподобному вспоминанию. Она предлагала испытуемым заучивать отрывки, подобные следующему:

У наследника большой сети закусочных возникли проблемы. Он женился на прекрасной молодой женщине, которая, казалось, любила его. Теперь он волновался, что на самом деле ее интересовали лишь его деньги. Он чувствовал, что он ей не симпатичен. Возможно, он пьет слишком много пива и слишком любит картофель фри. Нет, он не сможет отказаться от картофеля фри. И дело не в том, что он очень вкусный, а в том, что он достается ему бесплатно.

Затем она предлагала испытуемым оценить такие предложения:

1. Наследник женился на прекрасной молодой женщине, которая, казалось, любила его.
2. Наследник получал картофель фри из сети закусочных, принадлежащих его семье.
3. Наследник старался есть только здоровую пищу.

Первое предложение заучивалось; второе — не заучивалось, но было правдоподобным; третье предложение не заучивалось и не было правдоподобным. Испытуемых в точном условии просили точно определить заученное предложение, и в этом случае они должны были принять первое предложение и отклонить второе и третье. Испытуемые в условии правдоподобия должны были сказать, было ли предложение правдоподобным относительно данной истории, и в этом случае они должны были принять два первых предложения и отклонить последнее. Ридер тестировала испытуемых сразу после заучивания истории, спустя 20 мин или через 2 дня.

Ридер интересовало время, требующееся испытуемым для оценки в условиях точного и правдоподобного вспоминания. На рис. 7.6 показаны результаты ее эксперимента как функция задержки. Эта функция изображена в виде графика, отражающего среднее время оценок предложений 1 и 2. Как и следовало ожидать, в точном условии испытуемые реагируют медленнее с увеличением задержки. Но они реагируют быстрее в условии правдоподобия. Сначала в условии правдоподобия они реагируют медленнее, чем в точном условии, но все меняется через 2 дня.

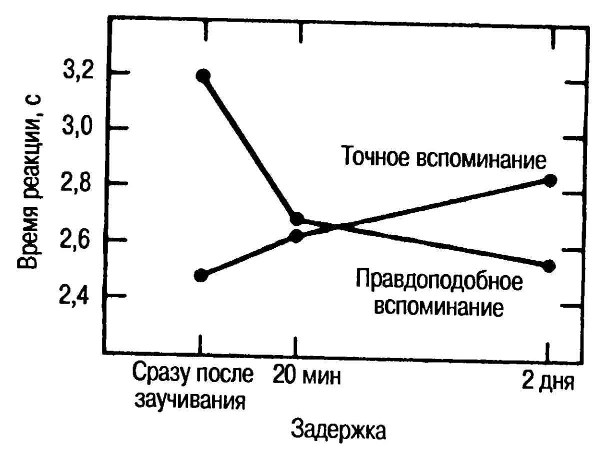


Рис. 7.6. Время, требующееся для точного и правдоподобного узнавания предложений как функция задержки от момента заучивания истории (Reder, 1982)

Ридер утверждает, что в точном условии испытуемые реагируют медленнее, потому что точные следы становятся слабее. Однако суждение о правдоподобии не зависит ни от какого конкретного следа и поэтому не подвержено забыванию. Испытуемые реагируют быстрее в условии правдоподобия с задержкой, так как больше не пытаются использовать неэффективное точное вспоминание а используют правдоподобие, что получается быстрее.

Ридер и Росс (Reder & Ross, 1983) сравнили точные и правдоподобные суждения в другой парадигме. Они предлагали испытуемым заучивать такие предложения:

Алан купил билет на поезд, отправляющийся в 10:00.

Алан слышал объявление проводника: «Посадка окончена».

В поезде Алан читал газету.

Алан приехал на Центральный вокзал.

Они изменяли число предложений, которые испытуемые должны были заучить. Затем они смотрели, сколько времени требуется испытуемым, чтобы узнать предложения.

1. Алан слышал объявление проводника: «Посадка окончена».
2. Алан смотрел с платформы на приближающийся поезд.
3. Алан рассортировал одежду на цветную и белую.

В точном условии испытуемые были должны оценить, заучивалось ли предложение. Так, учитывая предшествующий материал, испытуемые должны были принять тестовое предложение 1 и отклонить тестовые предложения 2 и 3. В условии правдоподобия испытуемые должны были оценить, правдоподобно ли то, что Алан выполнял данные действия, с учетом того, что они заучили. Таким образом, испытуемые должны были принять предложения 1 и 2 и отклонить предложение 3.

В точном условии Ридер и Росс обнаружили, что испытуемые реагировали тем медленнее, чем больше фактов об Алане он заучивали. Это, по существу, повторение эффекта веера, обсуждавшегося ранее в данной главе. Однако в условии правдоподобия испытуемые реагировали тем быстрее, чем больше фактов об Алане они заучивали. Чем больше фактов они знали об Алане, тем больше способов у них было, чтобы оценить отдельный факт как правдоподобный. Таким образом, суждение о правдоподобии не должно было зависеть от вспоминания конкретного факта.

Люди часто оценивают, что может быть правдоподобным, а не пытаются извлечь из памяти точные факты.

Взаимодействие усложнения и воссоздания на основе умозаключения

В предыдущей главе шла речь о том, что люди лучше вспоминают материал, если усложняют его при заучивании. Мы также видели, что в этом отношении особенно полезны семантические усложнения. Такие семантические усложнения должны облегчить процесс логического вывода, обеспечивая большее количество информации для умозаключений. Таким образом, мы ожидаем, что усложненная обработка будет вести и к улучшению вспоминания заученного материала, и к увеличе-

нию числа умозаключений. Эксперимент Оуэнса, Бауэра и Блэка (Owens, Bower, & Black, 1979) подтверждает этот прогноз. Испытуемые заучивали рассказ, в котором описывался один день из жизни основного персонажа — студентки колледжа: она варила утром кофе, шла на прием к врачу, посещала лекцию, заходила в бакалейный магазин и шла на вечеринку. Ниже приведен отрывок из этого рассказа.

> Нэнси пошла на прием к врачу. Она пришла в поликлинику и записалась в регистратуре. Она пошла к медсестре, которая проделала обычные процедуры. Затем Нэнси встала на весы, и медсестра записала ее вес. Врач вошел в комнату и посмотрел на результаты. Он улыбнулся Нэнси и сказал: «Ну, кажется, мои ожидания подтвердились». Когда осмотр был закончен, Нэнси вышла из поликлиники.

Две группы испытуемых заучивали этот рассказ. Единственное различие между группами было в том, что группа с заданной темой вначале прочла следующую дополнительную информацию:

> Нэнси снова проснулась с неважным самочувствием и подумала, не беременна ли она. Как сказать об этом преподавателю, с которым она встречалась? Другой проблемой были деньги.

Студенты колледжа, прочитавшие этот дополнительный отрывок, характеризовали Нэнси как не состоящую в браке студентку, которая опасается того, что она беременна в результате любовной истории с преподавателем колледжа. У испытуемых в нейтральном условии, не читавших этого вступительного отрывка, не было никаких причин догадываться о чем-то конкретном в связи с Нэнси. Нам следовало ожидать, что испытуемые в условии с заданной темой будут делать намного больше усложнений рассказа, связанных с его темой, чем испытуемые в нейтральном условии.

Испытуемых просили вспомнить рассказ через 24 ч после заучивания. Испытуемые в условии с заданной темой сообщали намного больше умозаключений, которые на самом деле не заучивались. Например, многие испытуемые сообщали, что врач сказал Нэнси, что она беременна. Подобного рода включений следует ожидать, если испытуемые вспоминают рассказ на основе своих усложнений. В табл. 7.4 отражены некоторые результаты этого исследования. Как можно заметить, в условии с заданной темой в воспоминания добавлено намного больше умозаключений, чем в нейтральном условии. Однако второй важный факт заключается в том, что испытуемые в условии с заданной темой также вспомнили больше пропозиций, которые они фактически заучивали. Таким образом из-за дополнительных усложнений, сделанных испытуемыми в условии с заданной темой, они могли вспомнить больше информации из рассказа.

Таблица 7.4

Число вспомненных пропозиций

	Условие с заданной темой	Нейтральное условие
Заученные пропозиции	29,2	20,3
Выведенные пропозиции	15,2	3,7

Адаптировано из: Owens et al., 1979.

Возникает вопрос: действительно ли усложнения, сделанные испытуемыми, помогали им — ведь нередко они «неправильно вспоминали» многие события, которых не было в рассказе. Но характеризовать все умозаключения как ошибки неверно. Учитывая информацию о теме, испытуемые были совершенно правы, когда делали умозаключения и вспоминали их. В обстановке вне эксперимента, например на экзамене, нам следует ожидать, что эти испытуемые вспомнят подобные умозаключения так же легко, как материал, который они действительно читали.

Рекламодатели часто извлекают выгоду из нашей тенденции приукрашивать то, что мы слышим, правдоподобными умозаключениями. Рассмотрим рекламу лекарства от простуды под названием листерин.

> Мать из рекламы говорит:
> — Конечно, вы бы хотели сделать вашего ребенка устойчивым к простуде. Но вы думаете, что это невозможно. (*Мальчик чихает.*) Нет, возможно! Дайте ему полоскание «Листерин-антисептик». Листерин не освободит его от простуд, но он может предупредить их. В течение сезона простуд полощите горло Листерином два раза в день. При этом следите за питанием и режимом ребенка, и вполне вероятно, что в этом году он будет реже простужаться и легче переносить простуды.

Харрис провел эксперимент, в котором использовал дословный текст этой рекламы с изменением названия изделия на Гаргойл (Harris, 1977). После прослушивания этой коммерческой рекламы все 15 его испытуемых сказали, что «полоскание горла Гаргойл-Антисептик помогает предупредить простуду», хотя об этом не было ясно сказано в рекламе. Федеральная Торговая комиссия запрещает рекламодателям делать ложные заявления, но присутствуют ли в рекламе Листерина ложные заявления? В потенциально важном прецеденте суды были настроены против *Warner-Lambert*, изготовителя Листерина, по причине допущения ложных утверждений в этой рекламе.

Когда испытуемые усложняют материал при заучивании, они обычно вспоминают больше заученной информации, но также склонны вспоминать умозаключения, которых не заучивали.

Ошибки памяти

Способность на основе умозаключений усложнять наши воспоминания при заучивании и тестировании необходима для успешного использования памяти в повседневной жизни. Умозаключения при заучивании позволяют нам перейти от того, что мы фактически слышали и видели, к тому, что мы полагаем истинным Если испытуемый понял, что героиня рассказа была беременна, разумно сделать вывод, что доктор сказал ей об этом. Такие выводы обычно ведут к более последовательному и точному пониманию мира. Но существуют обстоятельства, при которых мы должны отделить то, что мы фактически видели и слышали, от наших умозаключений. Неспособность сделать это может привести к чреватым последствиями ложным воспоминаниям, и приведенный выше пример со средством «Гаргойл» — лишь верхушка айсберга.

Одной из ситуаций, в которых важно отделить умозаключение от фактического опыта, является дача свидетельских показаний. Доказано, что свидетели часто

весьма неточны в своих показаниях, даже если их показания кажутся присяжным убедительными. Одна из причин их неточности состоит в том, что люди путают то, что они видят на самом деле, с тем, что они слышат из других источников. Лофтус (Loftus, 1975, 1979; Loftus, Miller, & Burns, 1978) показала, что последующая информация может изменять память испытуемых о событии, свидетелями которого они были. Например, в одном исследовании Лофтус спрашивала свидетелей дорожного происшествия о скорости автомобиля, когда он проезжал мимо знака, предписывающего уступить дорогу. Хотя на самом деле такого знака не было, многие испытуемые впоследствии вспомнили, что они его видели. Другой интересный пример связан с показаниями Джона Дина в ходе Уотергейтского дела (Neisser, 1981). После того как Дин дал показания о беседах в Овальном кабинете, обнаружилось, что Никсон сделал запись этих бесед. Хотя Дин был в основном точен, оказалось, что он перепутал многие детали, включая порядок, в котором эти беседы следовали.

Другой вариант ошибки памяти, который в последнее время привлекает к себе много внимания, — синдром ложного вспоминания. Это касается воспоминаний о насилии в детстве, которые «восстановлены» различными методами психотерапии. Но имеются доказательства того, что некоторые из этих восстановленных в памяти событий никогда не происходили и были придуманы под влиянием внушения со стороны психотерапевтов. Рядом исследователей было показано, что такими методами можно создать ложные воспоминания. Например, Лофтус и Пикерол (Loftus & Pickerall, 1995) убедили приблизительно 25 % взрослых испытуемых в том, что в детстве их теряли на улице, хотя этого никогда не случалось. В другом исследовании Сеси, Лофтус, Лихтман и Брук (Ceci et al., 1995) создали такие ложные воспоминания у детей в возрасте от 3 до 6 лет. Грань между памятью и воображением весьма тонка, и легко перепутать источник информации.

Серьезные ошибки памяти могут происходить потому, что люди не в состоянии отделить то, что они фактически пережили, от того, что они вывели путем умозаключений или вообразили.

Ассоциативная структура и извлечение

Значение теории распространения активации, описанной в предыдущей главе, состоит в том, что мы можем улучшить нашу память, обеспечивая для нее подсказки, связанные с определенными воспоминаниями. Вы делаете это, например, тогда, когда пытаетесь вспомнить имя вашего одноклассника. Вы можете стимулировать вашу память с помощью имен других одноклассников или воспоминаний о том, что вы делали с этим одноклассником. Часто имя приходит на ум как следствие подобных усилий. Эксперимент Талвинга и Перлстоуна (Tulving & Pearlstone, 1966) наглядно это демонстрирует. Они предлагали испытуемым заучивать списки из 48 слов, содержащих такие понятия, как *собака*, *кошка*, *лошадь* и *корова*, которые образуют категорию домашних животных. Испытуемых просили вспомнить все слова из списка. Они обнаруживали лучшую память для списков слов, когда им давали подсказку *млекопитающие*, которая служила сигналом для вспоминания членов категорий.

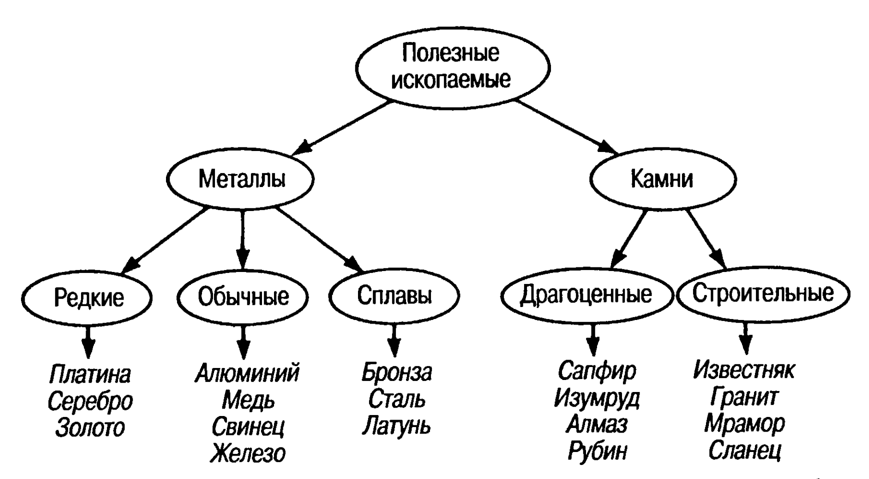


Рис. 7.7. Иерархическое дерево, предъявлявшееся испытуемым в эксперименте на свободное вспоминание, проведенном Бауэром и коллегами (Bower et al., 1969)

Организация материала и вспоминание

Различные исследования показали, что можно улучшить запоминание испытуемыми длинного списка стимулов, обеспечивая некоторый механизм стимулирования воспоминаний об отдельных пунктах списка. Многие из таких приемов включают в себя организацию материала таким способом, чтобы испытуемые могли систематически искать информацию, связанную со стимулами. Хорошей демонстрацией этого использования организации является эксперимент Бауэра, Кларка, Лесголда и Винченца (Bower, Clark, Lesgold, & Winzenz, 1969). Эти исследователи просили испытуемых заучивать все слова в четырех иерархически организованных структурах, образец которых приведен на рис. 7.7. Сравнивались два условия заучивания. В организованном условии предъявлялись четыре иерархически организованные структуры в виде перевернутых деревьев, одна из которых показана на рисунке. В случайном условии испытуемые видели эти четыре дерева, но позиции в этих деревьях были заполнены случайными комбинациями слов из четырех категорий. Таким образом, вместо того чтобы видеть отдельные деревья для животных, одежды, видов транспорта и полезных ископаемых, испытуемые видели четыре дерева, каждое из которых содержало некоторые стимулы

Таблица 7.5

Среднее число вспомненных слов в четырех испытаниях как функция организации

Условия	Испытания			
	1	2	3	4
Организованный материал	73,0	106,1	112,0	112,0
Случайные	20,6	38,9	52,8	70,1

Адаптировано из: Bower et al., 1969.

из каждой категории. Испытуемым давали минуту, чтобы изучить каждое дерево, и после изучения всех четырех деревьев их просили вспомнить все слова в четырех деревьях в любом порядке. Эта последовательность «изучение — тестирование» повторялась четыре раза. Результаты двух групп в четырех испытаниях приведены в табл. 7.5 в терминах вспомненных слов. Максимальное количество вспомненных слов равнялось 112. Группа с организованным материалом выполняла задание намного лучше. Анализ порядка, в котором группа с организованным материалом вспоминала слова, указывает на то, что испытуемые организовывали вспоминание согласно иерархическим структурам деревьев и вспоминали слова от вершины дерева. Например, при использовании рис. 7.7 они сначала вспоминали *полезные ископаемые* и затем *металлы*. Преимущество группы с организованным материалом состояло в том, что эти испытуемые имели системати-

Таблица 7.6

Организация главы до этого момента

Удержание
Функция удержания
Степенной закон при удержании
Исследование Бахрика
Долговременное потенцирование
Влияние помех
Парадигма ассоциативных пар
Эффект веера
Эксперимент Андерсона (Anderson, 1974a)
Сетевая интерпретация
Вспоминания о событиях до эксперимента
Связь с затуханием
Влияние избыточности
Извлечение
Роль умозаключений
Брансфорд, Баркли и Фрэнкс (три черепахи)
Исследование Дулинга с использованием отрывка об Элен Келлер
Правдоподобное вспоминание (Ридер)
Связь с усложнением
Оуэнс, Бауэр и Блэк
Эксперимент Харриса со средством «Гаргойл»
Ошибки памяти
Роль ассоциативных структур
Влияние организации
Иерархические структуры
Бауэр, Кларк, Лесголд и Винченц
Этот пример

ческий способ поиска и подсказку для вспоминания элементов. Так, подсказка *полезные ископаемые* помогала вспомнить слово *металлы*, которое служило подсказкой для слова *сплавы*, в свою очередь помогавшего вспомнить слово *латунь*.

Значение результатов, полученных Бауэром и коллегами, для изучения привычек и велико, и очевидно. Часто материал курса лекций можно организовать в иерархическую структуру так же, как списки слов. Табл. 7.6 является иерархической организацией материала этой главы, рассмотренного на данный момент. (При изучении этого материала студентам полезнее самим организовать материал, так как это будет способствовать более глубокой обработке материала.) Для удобочитаемости уровни иерархии представлены уровнями отступа. Подобная структура организации материала облегчит его извлечение из памяти, когда нам будет нужна информация по такой задаче, как написание ответов на вопросы теста.

Извлечение информации из памяти будет облегчено, если эта информация организована иерархически.

Метод размещения

Действие классического мнемонического приема, который называется *методом размещения*, также основано на улучшении организации информации для ее более легкого извлечения из памяти. Этот метод, широко применявшийся в древние времена, когда речи произносились без бумажек или телесуфлеров, используется и по сей день. Цицерон (в трактате «Об ораторе») приписывает авторство этого метода греческому поэту Симониду, который читал на пиршестве лирическую поэму. После чтения его вызвали из зала пиршества боги Кастор и Полидевк, которых он похвалил в этой поэме. Пока он отсутствовал, крыша упала и убила всех участников пиршества. Трупы были так обезображены, что родственники не могли опознать их. Но Симонид смог идентифицировать каждый труп на основании того, кто где сидел. Этот случай полного вспоминания убедил Симонида в полезности организованного расположения мест, на которые можно расставить запоминаемые объекты. Эта история довольно своеобразна, и, скорее всего, метод размещения возник иначе, но, несмотря ни на что, он признан и подробно описан (Christen & Bjork, 1976; Ross & Lawrence, 1968) как полезный метод для запоминания упорядоченной последовательности таких стимулов, как, например, вопросы, которые человек хочет затронуть в речи.

В основном, чтобы использовать метод размещения, человек воображает определенный путь через знакомую местность с некоторыми позициями вдоль этого пути. Например, если в университетском городке имеется дорожка от книжного магазина к библиотеке, мы можем использовать ее. Чтобы запомнить ряд объектов, мы просто мысленно идем по дорожке, связывая объекты с установленными позициями. В качестве примера рассмотрим список бакалейных товаров шести наименований — молоко, сосиски в тесте, корм для собак, помидоры, бананы и хлеб. Чтобы связать молоко с книжным магазином, мы можем вообразить лужу молока перед книжным магазином и книги, лежащие в молоке. Чтобы связать сосиски в тесте с магазином аудиозаписей (следующая позиция вдоль дорожки из книжного магазина), мы можем вообразить пакет сосисок в тесте, вращающихся на диске проигрывателя для грампластинок. Дальше идет магазин, где продается

пицца, и, чтобы связать его с кормом для собак, мы можем представить пиццу с собачьим кормом (некоторым людям анчоусы даже нравятся). Затем мы приходим на перекресток; чтобы связать его с помидорами, можно вообразить опрокинутый грузовик с овощами и рассыпанные повсюду помидоры. Затем мы подходим к административному зданию — и у нас возникает образ выходящего из него президента, одетого только в набедренную повязку из бананов. Наконец мы приходим к библиотеке и связываем ее с хлебом, воображая огромную буханку хлеба, служащую навесом, под которым мы должны пройти, чтобы зайти внутрь. Чтобы мысленно воссоздать список, мы должны лишь предпринять воображаемую прогулку по этой дорожке, восстанавливая ассоциации с каждым местом. Этот метод хорошо работает даже с намного более длинными списками; нам лишь требуется больше позиций. Есть масса доказательств (Christen & Bjork, 1976) того, что те же самые позиции могут использоваться много раз при заучивании различных списков.

В основе эффективности этого метода лежат два важных принципа. Во-первых, этот метод организует неорганизованный список. Нам гарантируют, что, если мы пойдем по воображаемой дорожке во время вспоминания, мы проследуем мимо всех позиций, для которых мы создавали ассоциации. Второй принцип состоит в том, что установление воображаемой связи между позициями и стимулами вынуждает нас обрабатывать материал осмысленно, более тщательно и при помощи визуальных образов.

Метод размещения действует через установление последовательности позиций, служащих сигналами для извлечения из памяти воспоминаний.

Влияние контекста кодирования

Сигналом, связанным с воспоминанием, может стать контекст, в котором сформировалось данное воспоминание. Если при тестировании могут быть использованы такие контекстные сигналы, то у испытуемого будут дополнительные средства снова активизировать воспоминание-мишень. Имеется достаточно доказательств того, что контекст может значительно влиять на память. В этом разделе мы рассмотрим некоторые способы, которыми контекст влияет на память. Эти влияния контекста часто называют влиянием кодирования, так как контекст воздействует на то, что кодируется в след памяти, содержащий запись случая.

Смит, Гленберг и Бьорк (Smith, Glenberg, & Bjork, 1978) провели эксперимент, показавший важность физического контекста. В их эксперименте испытуемые заучивали два списка ассоциативных пар в различные дни и в различной обстановке. В первый день испытуемые заучивали ассоциативные пары в комнате без окон в здании около университетского городка Мичиганского университета. Экспериментатор аккуратно выглядел, он был в костюме и при галстуке, а ассоциативные пары демонстрировались с помощью слайдов. Во второй день испытуемые заучивали ассоциативные пары в крошечной комнате окнами на университетский городок. Экспериментатор был одет в мятую футболку и джинсы (это было тот же самый экспериментатор, но некоторые испытуемые не узнали его) и предъявлял ассоциативные пары с помощью магнитофонной записи. Днем позже испытуемые вспоминали ассоциативные пары, предъявлявшиеся в обоих случаях. Испытуемые могли вспомнить 59% из заученного списка в той же самой обстановке

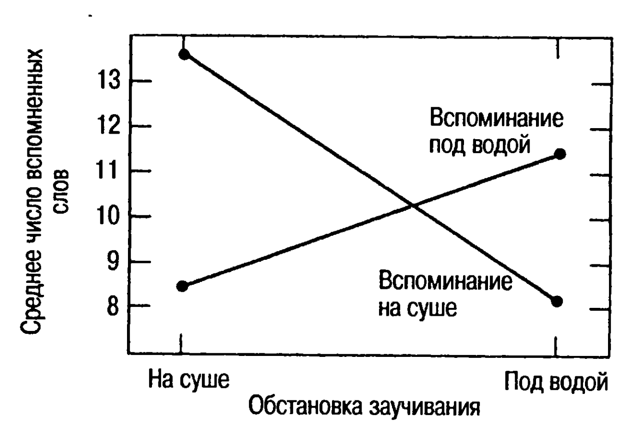


Рис. 7.8. Среднее число вспомненных слов как функция обстановки, в которой происходило заучивание. Списки слов лучше вспоминались в той обстановке, в которой они заучивались, чем в другой обстановке (данные из: Godden & Baddeley, 1975)

и лишь 46 % из списка, заученного в другой обстановке. Таким образом, по-видимому, результаты вспоминания улучшаются, если оно происходит в том же контексте, что и заучивание.

Возможно, наиболее впечатляющее исследование с изменением контекста было проведено Годденом и Баддели (Godden & Baddeley, 1975). Они предлагали водолазам заучивать список из 40 несвязанных слов на берегу и на глубине 20 футов. Затем водолазов просили вспомнить список в той же самой или в другой обстановке. На рис. 7.8 показаны результаты этого исследования. Испытуемые явно обнаруживали лучшую память, когда их просили вспомнить список в том контексте, в котором они его заучивали. Таким образом, по-видимому, элементы контекста становятся связанными с воспоминаниями, и эти воспоминания эффективнее извлекаются из памяти, когда испытуемым предъявлены те же элементы контекста.

Степень влияния контекста, как выяснилось, варьирует в разных экспериментах. Фернандес и Гленберг (Fernandez & Glenberg, 1985) сообщают о ряде неудачных попыток обнаружить какую-либо зависимость от контекста; Сафли, Отака и Бавареско (Saufley, Otaka, & Bavaresco, 1985) сообщают о невозможности получить такие результаты на занятиях в классе. Айх (Eich, 1985) утверждает, что степень влияний контекста зависит от того, насколько испытуемый связывает контекст с воспоминаниями. В его эксперименте он читал списки двум группам испытуемых. В одном условии испытуемым давалась инструкция вообразить только объект, соответствующий существительному, а в другом условии испытуемых просили вообразить объект, соответствующий существительному, в определенном контексте. Айх обнаружил намного большее влияние изменения контекста, когда испытуемым давалась инструкция вообразить объект, соответствующий существительному, в определенном контексте.

Исследование Бауэра, Монтейро и Гиллигана (Bower, Monteiro, & Gilligan, 1978) показывает, что эмоциональный контекст может влиять так же, как и физический. Они давали испытуемым инструкцию заучить два списка. Для одного

списка они гипнотически вызывали положительное состояние, заставляя испытуемых рассматривать приятный эпизод из их жизни, а для другого списка они гипнотически вызывали отрицательное состояние, заставляя испытуемых рассматривать травмирующий случай. Последующий тест на вспоминание проводился либо при положительном, либо при отрицательном эмоциональном состоянии (снова вызванном гипнотически). Лучшее вспоминание отмечалось, когда эмоциональное состояние при тестировании совпадало с эмоциональным состоянием при заучивании.[1]

Такое влияние настроения отмечается не всегда. Например, Бауэр и Мейер (Bower & Mayer, 1985) не сумели повторить результат Бауэра и коллег (Bower et al., 1978). Айх и Меткалф (Eich & Metcalfe, 1989) обнаружили, что влияние настроения сказывается только тогда, когда испытуемые при заучивании связывали свои воспоминания с информацией о настроении. Таким образом, влияние настроения, как и влияние физического контекста, имеет место лишь в особых ситуациях заучивания.

Возможно, более доказанным можно считать влияние того, что называется конгруэнтностью настроения. Речь идет о том факте, что счастливые воспоминания легче извлекать из памяти в счастливом состоянии, а грустные воспоминания — в грустном состоянии. Это является результатом влияния содержания памяти, а не эмоционального состояния испытуемых во время заучивания. Например, Тиздейл и Рассел (Teasdale & Russell, 1983) предлагали испытуемым заучивать список положительных, отрицательных и нейтральных слов в нормальном состоянии. Затем в ходе тестирования они вызывали положительное или отрицательное состояния. Их результаты показаны на рис. 7.9. Как можно заметить, испытуемые вспомнили больше слов, которые соответствовали их настроению при тестировании. Когда элементы настроения присутствуют при тестировании, они будут активировать воспоминания, связанные с этими элементами настроения. Эти элементы будут включать в себя воспоминания, содержание которых соответствует настроению (как в эксперименте Тиздейла и Рассела), и воспоминания, связанные с такими элементами настроения как частью процедуры заучивания (как в эксперименте Айха и Меткалфа).

Один из феноменов, связанных с этим явлением, получил название *научения, зависящего от состояния.* Людям легче вспоминать информацию, если они могут прийти в то же эмоциональное и физическое состояние, в котором они находились, когда заучивали информацию. Например, часто утверждают, что пьяницы в трезвом состоянии не способны вспомнить, куда они спрятали спиртное, когда были пьяны, а в состоянии опьянения они не способны вспомнить, куда они спрятали деньги, когда были трезвыми. Действительно, существуют некоторые экспериментальные доказательства этой зависимости памяти от состояния опьянения,

[1] В качестве отступления от темы стоит отметить, что, несмотря на популярные сообщения, доказано, что гипноз сам по себе не улучшает память (Hilgard, 1968; Smith, 1982), хотя он может способствовать запоминанию, поскольку может быть использован для воссоздания контекстных факторов во время тестирования. Но значительная часть контекста заучивания также может быть воссоздана негипнотическими средствами, например свободными ассоциациями, связанными с обстоятельствами вспоминаемого события (Geiselman, Fisher, Mackinnon, & Holland, 1985).

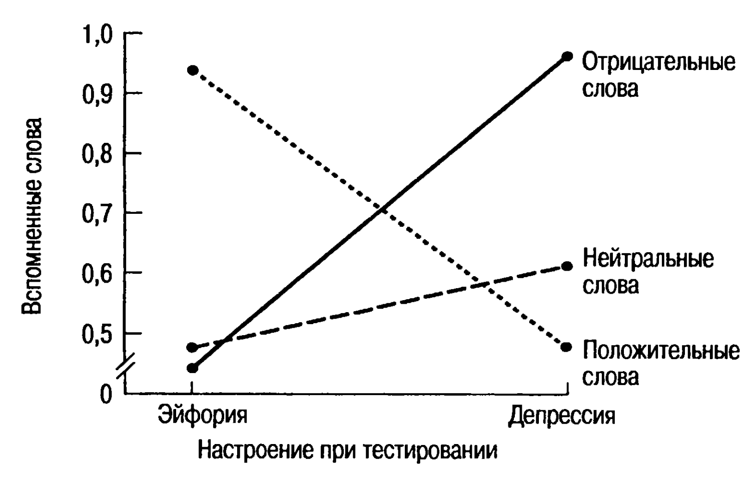


Рис. 7.9. Вспоминание слов, обозначающих положительные, отрицательные и нейтральные черты в приподнятом и подавленном настроении (Teasdale & Russell, 1983. Воспроизведено с разрешения *British Psychological Society*)

но, по-видимому, более важным фактором является то, что алкоголь оказывает общее ослабляющее воздействие на усвоение информации (Parker, Birnbaum, & Noble, 1976). Показано, что в случае с марихуаной отмечается подобное же влияние состояния. В одном эксперименте (Eich, Weingartner, Stillman, & Gillin, 1975) испытуемые заучивали список для свободного вспоминания после курения либо сигареты с марихуаной, либо обычной сигареты. Испытуемых тестировали через 4 часа — снова после курения либо сигареты с марихуаной, либо обычной сигареты. В табл. 7.7 показаны результаты этого исследования. В этой таблице показаны два эффекта, типичные для исследований влияния психоактивных веществ на память. Во-первых, имеется эффект зависимости от состояния, выражающийся в улучшении вспоминания, когда состояние при тестировании совпадает с состоянием при заучивании. Во-вторых, отмечается в целом более высокий уровень вспоминания, когда при заучивании испытуемый не находился под воздействием психоактивных веществ.

Таблица 7.7

Взаимодействие между влиянием употребления психоактивных веществ при заучивании и тестировании

Заучивание	Тестирование		
	Обычная сигарета	Сигарета с марихуаной	Средний результат
Обычная сигарета	25 %	20 %	23 %
Сигарета с марихуаной	12 %	23 %	18 %

Источник: Eich, Weingartner, Stillman, & Gillin, 1975.

Люди лучше запоминают информацию, если при заучивании и тестировании совпадают внешний контекст и внутреннее состояние.

Влияние наличия в контексте других материалов

Запоминание заучиваемого материала может также в значительной степени зависеть от контекста, образованного другим заучиваемым материалом. Рассмотрим эксперимент Томпсона (Thompson, 1972) на узнавание. Испытуемые Томпсона заучивали пары слов, таких как *небо, голубой*. Испытуемым говорили, что нужно запомнить только второй стимул из пары — в этом случае *голубой*; первое слово служило контекстом. Позже их тестировали, предъявляя либо *голубой*, либо *небо, голубой*. В каждом случае их спрашивали, видели ли они при первоначальном предъявлении *голубой*. При предъявлении одного слова они узнавали *голубой* в 76 % случаев, тогда как в условии пары их доля узнавания была равна 85 %. Таким образом, даже при том, что им нужно было узнать лишь слово *голубой*, результаты воспоминания были лучше в контексте другого слова.

Ряд экспериментов (Tulving & Thompson, 1973; Watkins & Tulving, 1975) впечатляюще проиллюстрировал то, как память на слова может зависеть от того, насколько хорошо тестовый контекст соответствует первоначальному контексту заучивания. В этом эксперименте было три этапа.

1. *Первоначальное заучивание*. Уоткинс и Талвинг предлагали испытуемым заучивать пары слов типа *поезд черный* и говорили, что им нужно запомнить только второе слово, которое исследователи называли запоминавшимся словом.
2. *Придумывание ассоциаций и узнавание*. Испытуемым давались слова типа *белый*, и их просили придумать четыре свободные ассоциации на это слово. Таким образом, испытуемый мог придумать слова *снег, черный, шерсть* и *чистый*. Стимулы для задачи на придумывание ассоциаций выбирались так, чтобы они с большой вероятностью вызвали запоминавшееся слово. Например, слово *белый* с высокой вероятностью вызывало слово *черный*. После того как испытуемые придумывали ассоциации, их просили указать, которая из четырех ассоциаций была тем словом, которое они заучивали. В случаях, когда запоминавшееся слово было среди придуманных, испытуемые правильно выбирали его лишь в 54 % случаев. Так как испытуемые всегда были должны сделать выбор, некоторые из этих правильных выборов должны были быть удачными догадками. Таким образом, истинное узнавание было даже ниже, чем 54 %.
3. *Вспоминание с подсказкой*. Испытуемым предъявлялись первоначальные слова, служившие контекстом (например, *поезд*), и их просили вспомнить запоминавшиеся слова (т. е. *черный*). Испытуемые вспомнили 61 % слов — выше, чем доля узнавания без поправки на догадки. Кроме того, Уоткинс и Талвинг обнаружили, что 42 % вспомненных слов не были узнаны ранее, когда испытуемые называли их как свободные ассоциации.[1]

Результаты при узнавании обычно лучше, чем при вспоминании. Таким образом, нам следует ожидать, что, если испытуемые не смогут узнать слово, они не

---

[1] Было проведено много исследований этого феномена. Их обзор сделан в книге Нильсона и Гардинера (Nilsson & Gardiner, 1993).

смогут его вспомнить. Обычно мы ожидаем лучших результатов в тестах с множественным выбором, чем в тестах типа «вспомни ответ». Эксперименты, подобные только что описанному, дают впечатляющие опровержения таких стандартных ожиданий. Такие результаты могут быть поняты в терминах сходства тестового контекста и контекста заучивания. Тестовый контекст слова *белый* и ассоциации с ним весьма отличались от контекста, в котором первоначально заучивалось слово *черный*. Напротив, в тестовом контексте вспоминания с подсказкой испытуемым давали первоначальный контекст (*поезд*), в котором они заучивали слово. Таким образом, если контекстные факторы имеют достаточный вес при облегчении вспоминания, как в этих экспериментах, вспоминание может быть эффективнее узнавания. Талвинг интерпретирует эти результаты как иллюстрацию того, что он называет *принципом специфики кодирования*: вероятность вспоминания стимула при тестировании зависит от сходства кодирования при тестировании с первоначальным кодированием при заучивании.

Испытуемые обнаруживают лучшую память на слова, если при тестировании эти слова предъявляются в контексте тех же слов, с которыми они заучивались.

Формация гиппокампа и амнезия

Понять природу памяти можно, изучая пациентов, страдающих потерей памяти из-за поражений нервных структур. Имеется много данных, указывающих на то, что формация гиппокампа крайне важна для сохранения информации в памяти. Формация гиппокампа — это структура мозга, находящаяся под височной корой. В исследованиях на животных (обычно на крысах или приматах; для обзора см.: Eichenbaum & Bunsey, 1995; Squire, 1992) показано, что повреждения гиппокампа приводят к серьезному ухудшению способности животных заучивать новые ассоциации, особенно требующие запоминания комбинаций или конфигураций элементов. Повреждение гиппокампальной области также ведет к серьезной амнезии (потере памяти) у людей. Один из наиболее изученных амнестических пациентов известен как Х. М. У него были удалены значительные части височных долей в результате хирургического лечения эпилепсии. Он страдал одной из наиболее глубоких амнезий и более чем 40 лет был почти полностью неспособен запоминать новые события. Его хирургическая операция включала в себя полное удаление гиппокампа и окружающих структур, и это рассматривалось как причина его глубокого дефицита памяти (Squire, 1992).

Необходимость хирургического удаления гиппокампа у людей возникает изредка Но к повреждениям гиппокампа могут приводить травмы и заболевания. Помимо механических травм головы распространенными причинами повреждения гиппокампа являются инфекционные заболевания мозга (например, энцефалит) и алкоголизм, который может привести к возникновению *корсаковского синдрома* Это нарушение вызывает два типа амнезии: *ретроградную амнезию*, которая выражается в потере воспоминаний о событиях до поражения; и *антероградную амнезию*, которая выражается в неспособности запоминать новую информацию.

Травмы головы могут вызывать временную амнезию. На рис. 7.10 показан паттерн выздоровления пациента, который был в коме в течение 7 недель после за-

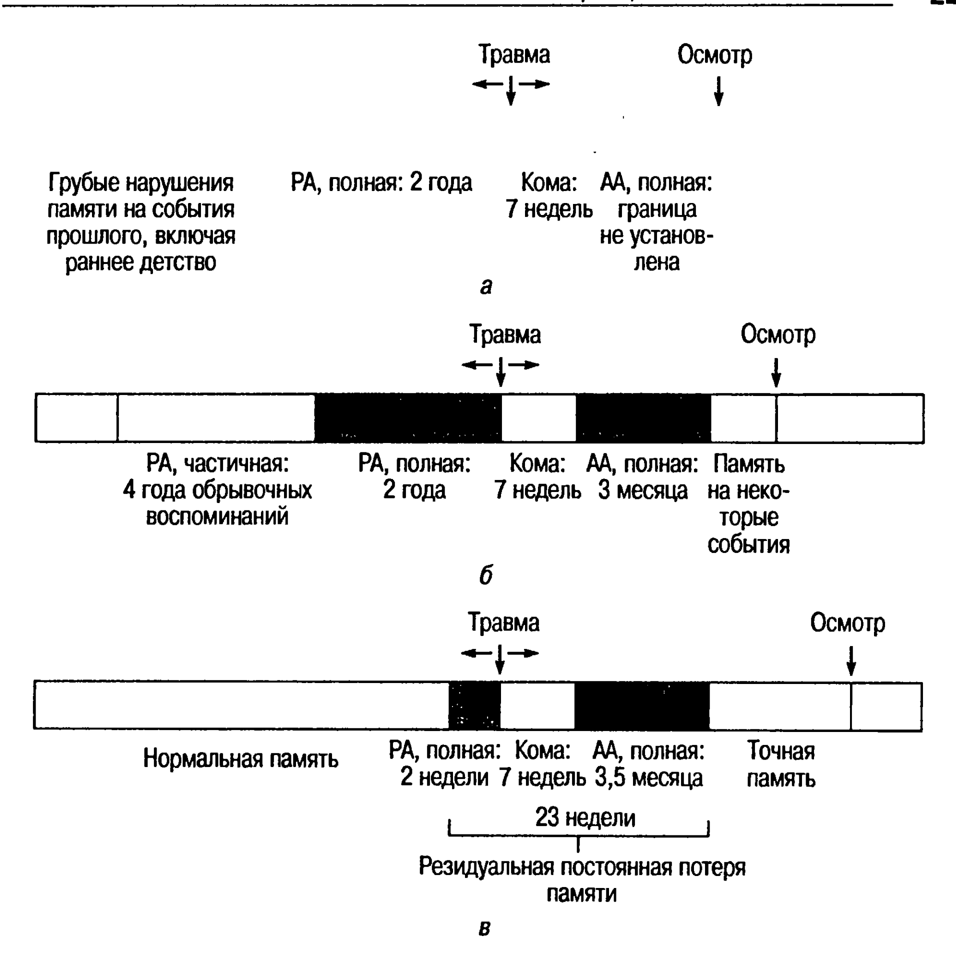


Рис. 7.10. Выздоровление пациента от амнезии: *а* — спустя 5 месяцев; *б* — спустя 8 месяцев; *в* — спустя 16 месяцев (Barbizet, 1970)

крытой травмы головы. При тестировании спустя 5 месяцев после травмы пациент обнаружил полную антероградную амнезию: он не помнил, что происходило после травмы. Пациент также обнаружил полную ретроградную амнезию на 2 года, предшествующих травме, и существенное нарушение памяти на события вне этого периода. При тестировании через 8 месяцев после травмы пациент обнаружил некоторую способность запоминать новые переживания, а период полной ретроградной амнезии уменьшился до 1 года. При тестировании через 16 месяцев после травмы пациент полностью восстановил способность запоминать новые события, а период перед травмой, о котором он не мог ничего вспомнить, равнялся 2 неделям. Характерно, что ретроградная амнезия распространялась на события, близкие по времени к травме, и эти события, произошедшие непосредственно перед травмой, никогда не восстановились. Вообще, антероградная и ретроградная амнезия обычно появляются и исчезают вместе, хотя у разных пациентов могут

быть более серьезными симптомы либо ретроградной, либо антероградной амнезии.

Существует множество поразительных особенностей, характеризующих случаи амнезии. Одна из них состоит в том, что может иметься антероградная амнезия при некоторых сохранившихся долговременных воспоминаниях. Это было особенно характерно для Х. М., который помнил многие факты из юности, но не мог запомнить что-нибудь новое. Это указывает на то, что нервные структуры, участвующие в формировании новых воспоминаний, отличаются от структур, участвующих в сохранении старых. Считается, что роль гиппокампа особенно важна в создании новых воспоминаний, а старые воспоминания хранятся в коре мозга. Также полагают, что воспоминаниях о событиях, произошедших непосредственно перед травмой, особенно подвержены ретроградной амнезии, потому что для их удержания в памяти все еще требуется гиппокамп. Вторая поразительная особенность этих случаев амнезии состоит в том, что память отсутствует не полностью и пациент все еще способен запомнить некоторый материал. Эта особенность будет обсуждаться в следующем разделе, посвященном имплицитной и эксплицитной памяти. Третья поразительная особенность амнезии состоит в том, что пациенты в течение коротких периодов могут помнить информацию, но затем забывают ее. Так, Х. М. знакомили с каким-либо человеком и говорили имя этого человека; он использовал это имя в течение короткого времени и затем забывал его через полминуты. Таким образом, проблема при антероградной амнезии заключается в сохранении воспоминания более 5 или 10 секунд.

Пациенты с повреждением гиппокампа обнаруживают как ретроградную, так и антероградную амнезию.

Имплицитная и эксплицитная память

До сих пор в этой главе мы рассматривали воспоминания, к которым люди имеют сознательный доступ. Но некоторые из наиболее интересных исследований памяти касаются воспоминаний, которых мы не осознаем. Подчас мы понимаем, что знаем вещи, которые не можем описать. Примером может служить запоминание клавиатуры печатной машинки (или компьютера). Многие квалифицированные машинистки не могут вспомнить порядок клавиш, не вообразив себя печатающими. Очевидно, их пальцы знают, где находятся клавиши, но они просто не имеют сознательного доступа к этому знанию. Такие имплицитные демонстрации памяти выдвигают на первый план значение условий извлечения при оценке памяти. Если бы мы попросили машинистку сообщить нам, где находятся клавиши, мы бы сделали вывод, что она совершенно не знает клавиатуры. Если бы мы проверили, как она печатает, мы могли бы сделать вывод, что она знает клавиатуру в совершенстве. Этот раздел касается таких различий между эксплицитной и имплицитной памятью. Эти различия называются *диссоциациями*. То есть они включают в себя демонстрацию того, что имплицитная и эксплицитная память ведет себя поразному. В приведенном выше примере с клавиатурой эксплицитная память не обнаруживает никакого знания клавиатуры, в то время как имплицитная память обнаруживает полное знание. *Эксплицитная память* — это термин, который обыч-

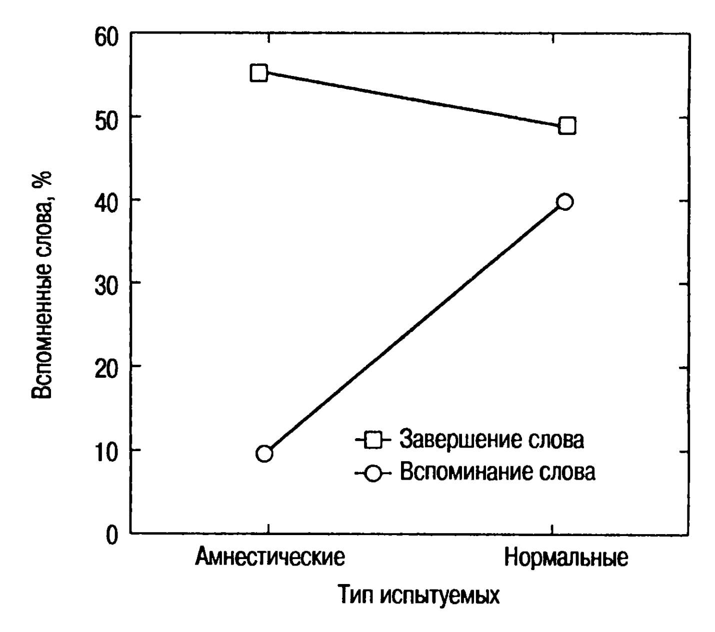


Рис. 7.11. Способность амнестических пациентов и нормальных испытуемых вспоминать заученные слова в сравнении со способностью закончить фрагменты заученных слов (Graf, Squire, & Mandler, 1984)

но описывает знание, которое мы можем сознательно вспомнить. *Имплицитная память* — это термин, обычно описывающий знание, которое мы не можем вспомнить, но которое тем не менее проявляется в том, что мы лучше выполняем какую-либо задачу.

Случаи полной диссоциации имплицитного и эксплицитного знания, как в примере с печатанием, редки для нормальных людей, но обычны для пациентов, страдающих амнезиями. Амнестические пациенты обнаруживают имплицитные воспоминания многих переживаний, которые они не могут вспомнить сознательно. Например, Граф, Сквайр и Мандлер (Graf, Squire, & Mandler, 1984) сравнивали способность амнестических и нормальных испытуемых запомнить список из простых слов (например, «банан»). После заучивания слов испытуемых просили вспомнить их. Результаты показаны на рис. 7.11. Амнестические испытуемые выполняли задание намного хуже, чем нормальные. Затем испытуемым давали задачу на завершение слова. Им показывали первые три буквы слова, которое они заучивали, и просили их написать слово целиком. Например, испытуемых могли попросить закончить слово *бан*___. Вероятность случайно выбрать правильное слово (т. е. то, которое они заучивали) составляла 10 %, но, как показано на рисунке, испытуемые правильно выбирали слово более чем в 50 % случаев. Кроме того, не было никакого различия между амнестическими и нормальными испытуемыми в выполнении задания на завершение слова. Так, амнестические испытуемые явно помнили список слов. Но они не могли получить сознательный доступ к этим воспоминаниям в задаче на свободное вспоминание. Скорее, они обнаружили имплицитную память в задаче на завершение слова. Пациент Х. М., обсуждавшийся

в предыдущем разделе, также демонстрировал способность к имплицитному запоминанию. Например, он мог с каждым днем все лучше выполнять перцептивно-моторные задачи, хотя он ничего не помнил о задаче предыдущего дня (Milner, 1962).

Амнестические пациенты часто неспособны сознательно вспомнить какое-либо событие, но имплицитными способами показывают, что они имеют некоторые воспоминания об этом событии.

Имплицитная и эксплицитная память у нормальных испытуемых

В ряде недавних исследований (Schacter, 1987; Richardson-Klavehn & Bjork, 1988) изучались диссоциации между имплицитной и эксплицитной памятью у нормальных испытуемых. На этой популяции часто невозможно получить впечатляющие диссоциации, которые мы видим у амнестических испытуемых, где не отмечается никакой сознательной памяти в присутствии нормальной имплицитной памяти. Но можно было продемонстрировать, что некоторые переменные по-другому влияют на результаты тестирования эксплицитной памяти, чем на результаты тестирования имплицитной памяти. Например, Джекоби (Jacoby, 1983) предлагал испытуемым или просто заучить слово, такое как *женщина* (условие без контекста), или заучивать его вместе с антонимом *мужчина—женщина* (условие с контекстом), или придумать слово-антоним. В последнем условии испытуемые видели *мужчина* и должны были сказать *женщина*. Затем Джекоби тестировал испытуемых двумя способами, которые были предназначены для выявления либо экс-

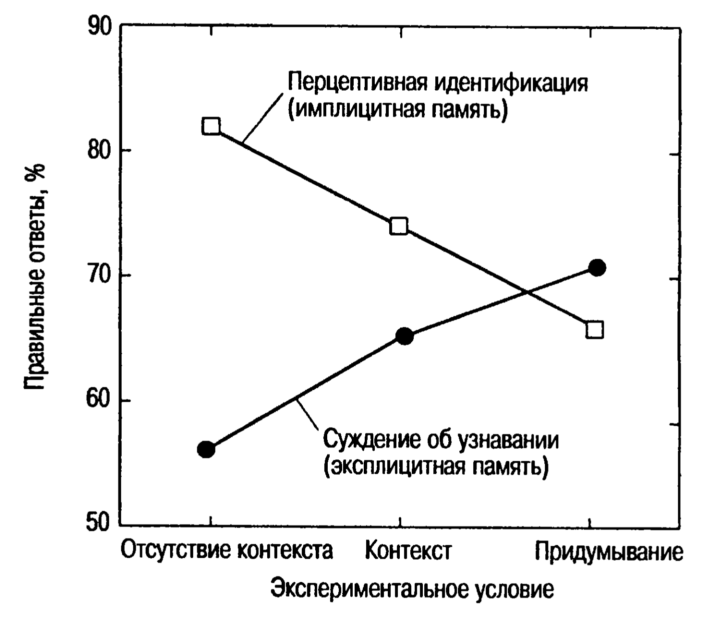


Рис. 7.12. Способность узнавать слово в тесте на память и способность идентифицировать его в перцептивном тесте как функция того, как первоначально заучивалось слово (Jacoby, 1983)

плицитной, либо имплицитной памяти. При тестировании эксплицитной памяти испытуемым предъявлялся список слов, некоторые из которых заучивались ранее, а некоторые нет, и их просили узнать старые слова. При тестировании эксплицитной памяти испытуемым на небольшое время (40 мс) предъявлялось слово, и их просили идентифицировать его. На рис. 7.12 показаны результаты этих двух тестирований как функция условия заучивания. Как можно заметить, результаты выполнения при эксплицитном тестировании памяти лучше в условии, которое включает в себя большее количество семантической и генеративной обработки, что согласуется с более ранним исследованием, которое мы рассмотрели в контексте усложненной обработки. Напротив, результаты выполнения в тесте на имплицитную перцептивную идентификацию ухудшаются. Во всех трех условиях обнаруживается лучшая перцептивная идентификация, чем когда испытуемый вообще не заучивал слово (только 60%). Это улучшение перцептивного узнавания называется *подготовкой* (*priming*). Джакоби утверждает, что испытуемые обнаруживают наибольшую подготовку в условии отсутствия контекста, так как при этом условии тестирования при идентификации слова они были должны больше всего полагаться на перцептивное кодирование. В генеративном условии испытуемые даже не читали слова.[1]

В другом эксперименте Джекоби и Уизерспун (Jacoby & Witherspoon, 1982) поставили вопрос о том, обнаруживают ли испытуемые бóльшую подготовку для слов, которые они могли узнать, чем для слов, которые они могли не узнать. Сначала испытуемые заучивали набор слов. Затем на одном этапе эксперимента испытуемые должны были попытаться эксплицитно узнать, заучивали ли они эти слова, а на другом этапе — идентифицировать эти слова после краткого предъявления. Испытуемые показали лучшую способность перцептивно идентифицировать слова, которые они заучивали, при кратком предъявлении. Но Джекоби и Уизерспун не обнаружили никакого различия между успешностью восприятии узнанных слов и успешностью восприятия неузнанных слов. Таким образом, предъявление слова улучшает способность нормальных испытуемых воспринимать это слово, даже если они не могут вспомнить, что они видели слово.

Усложненная обработка улучшает эксплицитную память, но не имплицитную.

Процедурная память

Имплицитную память определяют как неосознаваемую память. Согласно этому определению, самые разные вещи могут считаться имплицитными воспоминаниями. Иногда имплицитные воспоминания включают в себя такие вещи, как написание слов или перцептивная информация, связанная с узнаванием слов. Эти воспоминания вызывают эффект подготовки, который мы видели в экспериментах, подобных проведенному Джекоби. В других случаях имплицитные воспоминания включают в себя знание о том, как выполнять задания. Классический пример такой имплицитной памяти — езда на велосипеде. Большинство из нас научилось

[1] Худшая имплицитная память при условии отсутствия контекста была обнаружена не во всех исследованиях. Но все исследования выявляют взаимосвязь между условием заучивания и типом тестируемой памяти. Для дальнейшего обсуждения см.: Masson & MacLeod, 1992. — *Примеч. авт.*

ездить на велосипеде без сознательной способности сказать, чем является то, чему мы научились. Амнестические испытуемые обнаруживают отсутствие памяти на процедурную информацию, так же как на информацию, которая лежит в основе эффекта подготовки.

Эксперимент, проведенный Берри и Бродбентом (Berry & Broadbent, 1984), включал в себя задачу на процедурное научение, которая носила более когнитивный характер, чем езда на велосипеде. Они просили испытуемых попробовать контролировать производительность гипотетической сахарной фабрики (которая была смоделирована с помощью компьютерной программы), меняя количество работающих. Испытуемые видели производительность сахарной фабрики за месяц, выраженную в тысячах тонн (например, 6000 тонн), и затем должны были выбрать количество работающих в следующем месяце, выраженное в сотнях рабочих (например, 700). Затем они видели количество сахара, произведенного в следующий месяц (например, 8000 тонн), и должны были выбрать количество работающих в следующем месяце. В табл. 7.8 показаны некоторые взаимосвязи в работе гипотетической сахарной фабрики. Цель испытуемых состояла в том, чтобы удерживать производство сахара в границах диапазона от 8000 до 10 000 тонн

Таблица 7.8

Иллюстрация взаимосвязи между количеством работающих и производством сахара

Количество работающих	Производство сахара, т
	6000
700	
	8000
900	
	10 000
800	
	7000
1000	
	12 000
900	
	6000
1000	
	13 000
1000	
	8000

Можно попробовать вывести правило, связывающее производство сахара с занятой рабочей силой в табл. 7.8. Эта связь не очевидна. Производство сахара в тысячах (С) было связано с количеством рабочей силы в сотнях (Р) и производством сахара в предыдущий месяц в тысячах (C_1) следующей формулой: $C = 2P - C_1$.

(Кроме того, иногда имелось случайное колебание в 1000 тонн сахара.) Студентам Оксфордского университета давали 60 попыток, чтобы научиться управлять фабрикой. После 60 попыток они научились весьма хорошо управлять производством сахара. Однако они не могли сформулировать правило, которым они при этом руководствовались, и заявляли, что они давали ответы на основе «некоторой интуиции» или потому, что это «казалось правильным». Таким образом, испытуемые были способны приобрести имплицитное знание того, как руководить такой фабрикой, не сообщая об эксплицитном знании. Амнестические испытуемые также обнаружили способность к подобному научению (Phelps, 1989).

В психологии часто проводят различие (например: Anderson, 1976; Cohen & Squire, 1980; Schacter, 1987) между декларативным и процедурным знанием. *Декларативное знание* — это эксплицитное знание, о котором мы можем сообщить и которое мы осознаем. *Процедурное знание* — это знание о том, как выполнять действия, и оно часто имплицитно (хотя, как мы отметили, имеются другие виды имплицитной памяти, такие как обнаруженные в экспериментах на подготовку). Исследования, описанные в этой главе и в главе 6, главным образом касались декларативной памяти. В следующих двух главах мы в основном сосредоточимся на процедурной памяти.

Испытуемые могут эффективно осваивать процедуры для выполнения задач без какой-либо способности объяснить, что они делают.

Замечания и рекомендуемая литература

Темы этой главы более полно обсуждаются в ряде источников. Рубин и Уэнзел (Rubin & Wenzel, 1996) дают обзор функции удержания. Хили и Бурн (Healy & Bourne, 1995) дают множество отчетов об исследовании высоких уровней удержания для некоторых видов знания. Велось обсуждение правильной интерпретации эффекта веера (Radvansky & Zacks, 1991; Anderson & Reder, в печати). Ридер (Reder, 1996) редактировала книгу по имплицитной памяти. Сквайр (Squire, 1992) дает обзор роли гиппокампа и связанных с ним структур в памяти. Шактер (Schacter, 1996) популярно излагает недавние исследования памяти. Талвинг и Крейк (Tulving & Craik, в печати) редактировали «Руководство по памяти» (*Handbook of Memory*), которое охватывает эти и другие темы.

ГЛАВА 8

Решение проблем

Эта глава служит в книге водоразделом. До сих пор мы интересовались тем, как знания о мире поступают в систему памяти, как эти знания репрезентированы в ней и как они хранятся в долговременной памяти и извлекаются из нее. Как говорилось в конце предыдущей главы, этот вид знания часто упоминается как *декларативное знание* — знание о фактах и предметах. В этой главе мы начинаем рассматривать *процедурное знание* — знание о том, как выполнять различные когнитивные действия. Эта глава сосредоточена на знании, лежащем в основе решения проблем. Дальнейшие главы будут касаться знаний, лежащих в основе рассуждения, принятия решений, понимания языка и генерации языка.

Процедурное знание и решение проблем

Чтобы понять процедурное знание, мы начнем с решения проблем, потому что, по-видимому, в своей основе все когнитивные действия по характеру являются решением проблем. Основной аргумент (Anderson, 1983; Newell, 1980; Tolman, 1932) состоит в том, что человеческое познание всегда подчиняется определенному намерению, направлено на достижение целей и устранение препятствий на этом пути. Чтобы понять, что значит это утверждение, полезно понять, что мы имеем в виду, когда говорим, что поведение — это пример решения проблем.

Чтобы составить представление о том, что имеется в виду под решением проблем, мы рассмотрим одно из классических исследований решения проблем, проведенное на другом биологическом виде — шимпанзе (Kohler, 1927). Эти исследования провел известный немецкий гештальт-психолог Кёлер. Во время Первой мировой войны он работал на Канарских островах, где создал колонию шимпанзе и изучал ее. Особенно его интересовало то, как животные решают проблемы. Его типичным испытуемым был шимпанзе по кличке Султан. Одна из задач, поставленных перед Султаном, состояла в том, чтобы достать бананы, находящиеся вне его клетки. Султан не испытывал никаких трудностей, если ему давали палку, которой он мог дотянуться до бананов. Он просто подтягивал бананы к клетке палкой. Но основная проблема возникала, когда Султану давали две палки, ни одна из которых не доставала до пищи. После безуспешных попыток использовать эти палки расстроенная обезьяна некоторое время с угрюмым видом сидела в клетке. Внезапно Султан подходил к палкам и вставлял одну в другую, создавая пал-

ку, достаточно длинную, чтобы достать ею до пищи; с помощью этой удлиненной палки он мог достать свой приз (рис. 8.1). Это, очевидно, было творческим решением проблемы со стороны Султана.

Каковы существенные особенности, которые квалифицируют этот эпизод как случай решения проблемы? По-видимому, имеются три существенные особенности.

1. *Направленность на цель.* Поведение явно направлено на достижение цели — в данном случае на получение пищи.
2. *Разделение на подцели.* Если бы обезьяна могла получить пищу, просто дотянувшись до нее, это поведение также было бы решением проблем, но только в самом примитивном смысле. Сущность решения проблемы состоит в том, что обезьяна должна была разделить первоначальную цель на подзадачи, или подцели, например взять палки и соединить их.
3. *Применение оператора.* Разделение общей цели на подцели, такие как соединение палок, полезно, потому что обезьяна знает операторы, которые могут помочь ей достичь этих подцелей. Термин *оператор* относится к действию, которое преобразует одно состояние проблемы в другое. Решение всей проблемы является последовательностью операторов.

Интересно, что происходило, если от Султана требовалось решать ту же самую проблему много раз? В конечном счете, все решение выглядело как отдельное действие и Султан просто выполнял последовательность шагов, необходимых для достижения цели. Интуитивно это больше не могло казаться решением проблем, а скорее выглядело так, как будто животное просто выполняло знакомую проце-

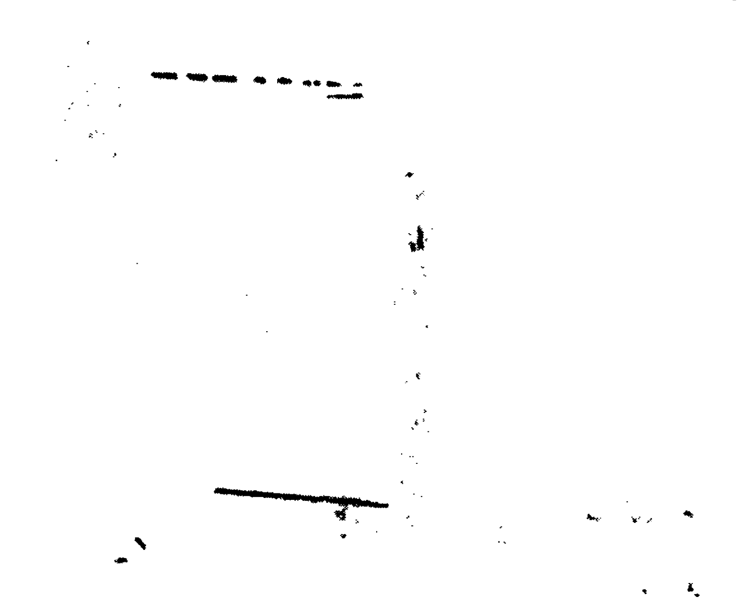


Рис. 8.1. Обезьяна Кёлера, решающая проблему с двумя палками: она соединяет две короткие палки чтобы сделать палку, достаточно длинную, чтобы достать ею до пищи (Kohler 1956)

дуру. Но это только доказывает, что все процедурное знание имеет происхождение в решении проблем. Обычно мы используем термин «решение проблем» для изначально трудных эпизодов, таких как первая попытка Султана решить проблему. Но более поздние и более автоматизированные эпизоды уже не являются решением проблем. Ньюэлл (Newell, 1980) утверждает, что мы видим это, когда что-нибудь идет неправильно. Например, если одна из палок была запачкана грязью, Султан мог вернуться назад к выбору подцелей, таких как очистка палки от грязи, чтобы можно было вставить одну палку в другую.

Процедурное знание происходит из действий по решению проблем, в ходе которых цель делится на подцели, для которых у решающего проблему есть операторы.

Проблемное пространство и поиск

Часто решение проблем описывают в терминах поиска *проблемного пространства*, которое состоит из различных состояний проблемы. *Состояние* — это репрезентация проблемы на некотором этапе решения. Начальная ситуация решения проблем называется исходным состоянием, ситуации на пути к цели — промежуточными состояниями, а цель — *целевым состоянием*. Существует много способов, которыми решающий проблему может изменять свое исходное состояние. Султан мог бы доставать палку, стоять на голове, сидеть в плохом настроении и т. д. Предположим, он готовится заняться палкой. Теперь он находится в новом состоянии. Он может изменить его на другое состояние, например, отойдя от палки (таким образом возвращаясь в более раннее состояние), пытаясь дотянуться палкой до пищи, бросая палку к пище или пытаясь дотянуться до другой палки. Предположим, что он тянется к другой палке. Он снова находится в новом состоянии. В этом состоянии Султан может выбирать, что ему делать, — скажем, ходить вокруг палок, соединить их или начать их грызть. Предположим, что он выбирает соединить палки. Затем он может попытаться дотянуться до пищи, отбросить палки или разобрать их. Если он дотягивается до пищи, он достигает целевого состояния.

Различные состояния, которых может достигать решающий проблему, определяют проблемное пространство, или пространство состояний. Операторы решения проблем могут рассматриваться как замена одного состояния в этом пространстве на другое. Проблема состоит в том, чтобы найти некоторую возможную последовательность операторов, меняющих исходное состояние на целевое состояние в проблемном пространстве. Мы можем рассматривать проблемное пространство как лабиринт состояний, а операторы как дорожки для перемещения между состояниями. В этой концепции решение проблемы достигается через *поиск*; т. е. решающий проблему должен найти соответствующую дорожку через лабиринт состояний. Эта концепция, представляющая решение проблем как поиск в пространстве состояний, была развита Алленом Ньюэллом и Гербертом Саймоном из Университета Карнеги-Меллона и стала доминирующей при изучении решения проблем, как в когнитивной психологии, так и в области искусственного интеллекта.

Характеристика проблемного пространства состоит из набора состояний и операторов для перемещения между состояниями. Хорошей проблемой для иллюстрации характеристики проблемного пространства является головоломка, состо-

ящая из восьми пронумерованных подвижных плиток в рамке размером 3×3 плитки. Одна ячейка рамки всегда пуста, что позволяет перемещать соседнюю с ней пронумерованную плитку в пустую ячейку и таким образом также «перемещать» пустую ячейку. Цель состоит в том, чтобы получить определенную конфигурацию плиток. Например, проблема может заключаться в том, чтобы преобразовать

2	1	6
4	•	8
7	5	3

в

1	2	3
8	•	4
7	6	5

Возможные состояния этой проблемы представлены как конфигурации плиток в головоломке с восемью плитками. Так, первая показанная конфигурация — это исходное состояние, а вторая — целевое состояние. Операторами, изменяющими состояния, являются передвижения плиток на пустые места. На рис. 8.2 пред-

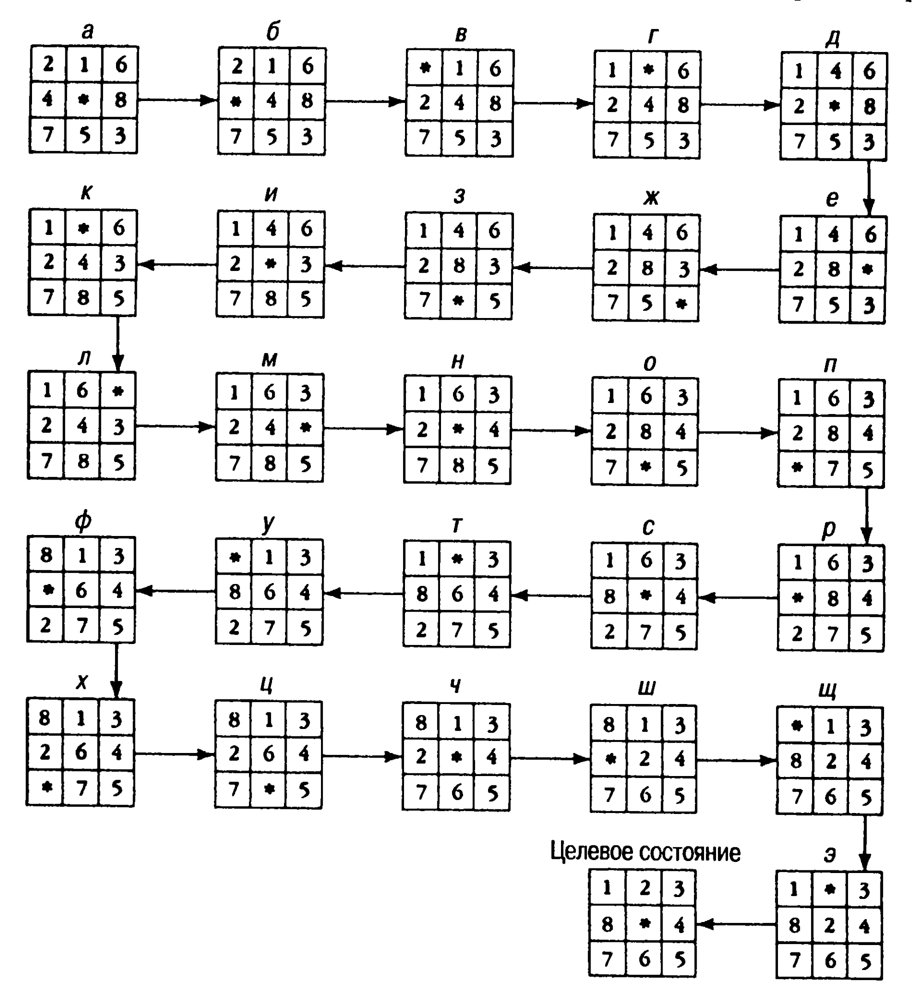


Рис. 8.2. Последовательность шагов для решения головоломки с восемью плитками

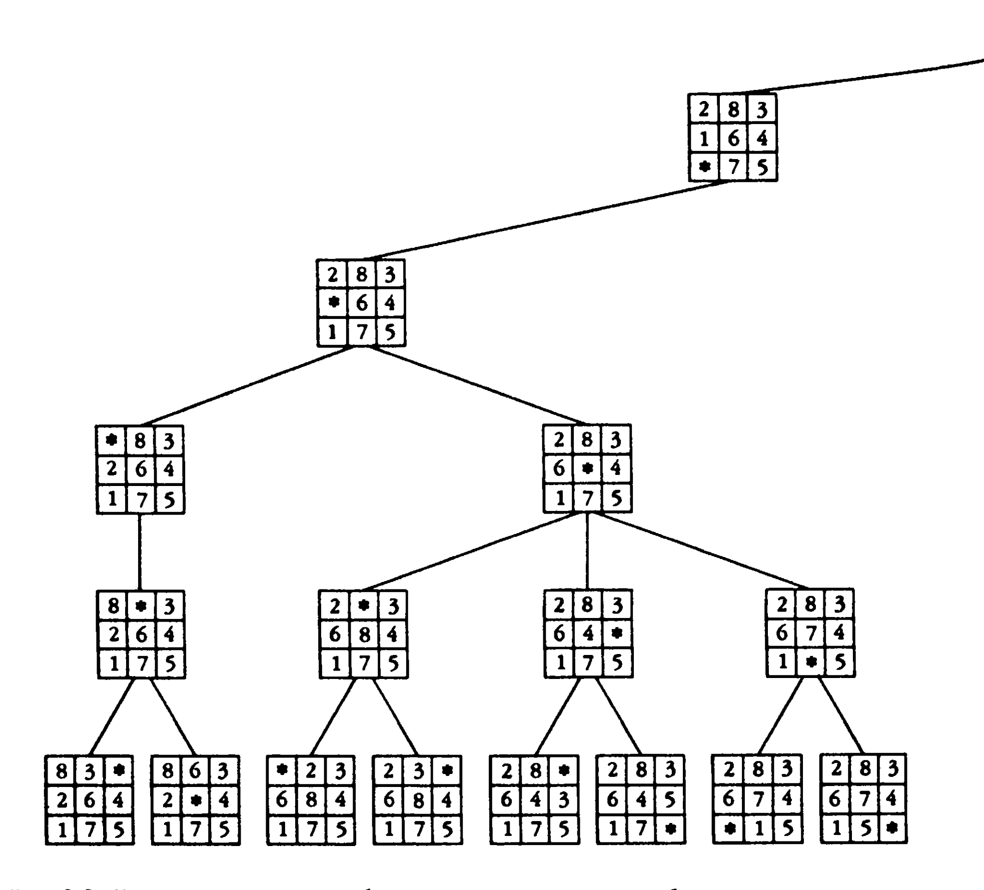


Рис. 8.3. Часть дерева поиска на глубину пять шагов для решения проблемы с восьмью плитками (Nilsson, 1971)

ставлена моя попытка решить эту проблему. Это решение включает в себя 26 передвижений, каждое из которых является оператором, изменяющим проблемное состояние. Эта последовательность операторов значительно более длинная, чем необходимо. Попробуйте найти более короткую последовательность шагов. (Наиболее короткая возможная последовательность дана в конце главы, на рис. 8.17.)

Часто обсуждения решения проблемы включают в себя использование графов поиска, или *деревьев поиска*. На рис. 8.3 изображена часть дерева поиска для следующей, более простой проблемы с восьмью плитками:

2	8	3		1	2	3
1	6	4	в	8	•	4
7	•	5		7	6	5

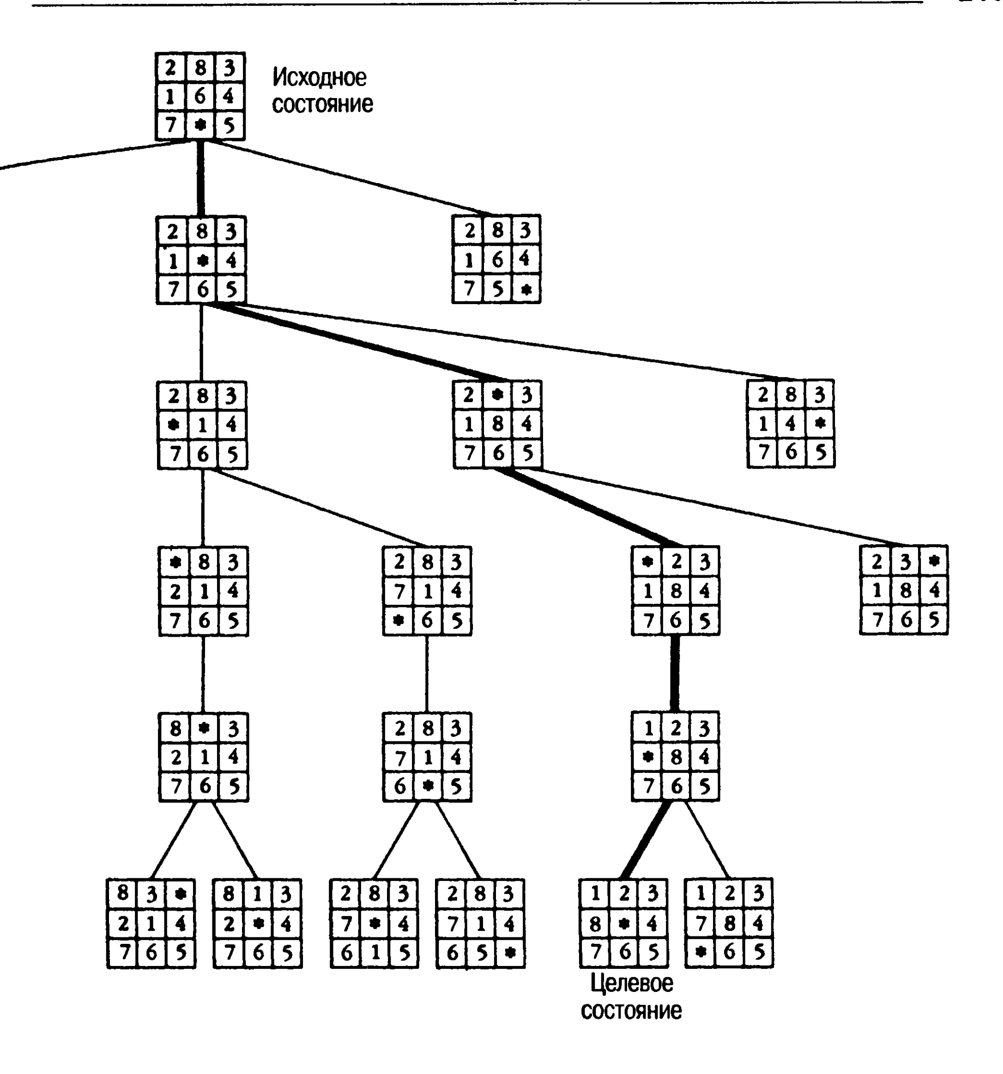


Рисунок 8.3 похож на перевернутое дерево с одним стволом и отходящим от него ветвями. Это дерево начинается с исходного состояния, затем следуют все состояния, к которым можно прийти из этого состояния, затем все состояния, к которым можно прийти из этих состояний, и т. д. Любая дорожка через такое дерево представляет возможную последовательность шагов, которые может сделать решающий проблему. Построив полное дерево, мы можем найти самую короткую последовательность операторов между исходным состоянием и целевым состоянием. На рис. 8.3 показана часть проблемного пространства. Часто при обсуждении подобных примеров бывает представлена лишь дорожка через проблемное пространство, ведущая к решению (например, на рис. 8.2). Рисунок 8.3 дает лучшее представление о размере пространства возможных перемещений, необходимых для решения проблемы.

Эта терминология пространства поиска является наглядным способом характеристики возможных шагов, которые может предпринять решающий проблему. При этом остаются открытыми два важных вопроса, на которые мы должны ответить, прежде чем сможем предсказать поведение конкретного человека, решающего проблему. Во-первых, что определяет доступные для решающего проблему операторы? Во-вторых, как решающий проблему выбирает определенный оператор, когда доступны несколько операторов? Ответ на первый вопрос определяет пространство поиска, в котором работает решающий проблему. Ответ на второй вопрос определяет, какой путь решения выберет решающий проблему. Мы обсудим эти вопросы в следующих двух разделах, а сначала сосредоточимся на проблеме происхождения операторов решения проблем и проблеме выбора оператора.

Операторы решения проблем создают пространство возможных состояний, в котором решающий проблему ищет путь к цели.

Операторы решения проблем

Приобретение операторов

Имеются по крайней мере три способа приобрести новые операторы решения проблем. Один из них — открытие. Например, мы можем обнаружить, что около нас открылась новая станция техобслуживания, и таким образом узнать о новом операторе для починки нашего автомобиля. Или ребенок может заметить, что родители поддаются на его истерики, и таким образом изучить новый способ получить желаемое. Или мы можем научиться обращаться с новой микроволновой печью, играя с ней и таким образом изучая новые средства приготовления пищи. Или ученый может обнаружить новый препарат, который убивает бактерии, и таким образом изобрести новый способ борьбы с инфекционными заболеваниями. Каждый из этих примеров включает в себя различные процессы умозаключения Эти процессы будут темой главы 10.

В этом разделе мы более-менее подробно обсудим два других способа приобретения новых операторов решения проблем: когда нам кто-либо сообщает о них или когда мы наблюдаем за другими людьми. Первый метод — приобретение операторов решения проблем через обучение, — по-видимому, специфичен для человека, так как он зависит от языка. Второй метод — приобретение операторов решения проблем через воспроизведение решений других — способность, особенно характерная для приматов: обезьяна увидела — обезьяна сделала. Оба метода могут показаться довольно обычными и простыми способами приобретения новых операторов, но, как мы увидим, они не настолько очевидны.

Может показаться, что проще всего узнать новые операторы решения проблем, если кто-то просто расскажет вам о них. Но не всегда это так просто, и иногда примеры, которым мы можем подражать, являются лучшим способом обучения. Рид и Болстад (Reed & Bolstad, 1991) предлагали испытуемым научиться решать следующие проблемы.

Специалист может решить техническую задачу за 5 ч, а новичок решает ее за 7 ч. Когда они работают вместе, новичок работает на 2 ч больше, чем специалист. Как долго выполняет работу специалист?

Испытуемые получили инструкцию о том, как использовать следующее уравнение, чтобы решить проблему:

$$\text{Скорость}_1 \times \text{Время}_1 + \text{Скорость}_2 \times \text{Время}_2 = \text{Задачи}.$$

Операторы решения проблем, которые нужно было приобрести студенту, касались способа подстановки значений переменных в этом уравнении. Студент либо получал абстрактную инструкцию о том, как подставлять эти значения, либо видел простой пример того, как подставлялись эти значения. Имелось также условие, где испытуемые видели и абстрактную инструкцию, и пример. Испытуемые, которым давалась абстрактная инструкция, могли решить только 13 % из предъявлявшегося позже набора проблем; испытуемые, которым давался пример, решили 28 % проблем; испытуемые, которым давалось и то и другое, могли решить 40 % проблем.

Почему при изучении операторов решения проблем обучение на примере было эффективнее, чем прямая инструкция испытуемым? Проблема с прямой инструкцией состоит в том, что часто может быть трудно понять, к чему относятся такие величины, как «Скорость_1». Эта информация может быть более ясной в контексте примера. С другой стороны, может быть трудно увидеть, как перенести решение примера с одной проблемы на другую. Так, эксперименты, подобные проведенному Ридом и Болстадом, указывают на то, что научение происходит лучше всего, когда испытуемые имеют доступ к обоим способам. Сходные результаты были получены Фонгом, Кранцом и Нисбеттом (Fong, Krantz, & Nisbett, 1986) в области статистики, а также Ченгом, Холиоаком, Нисбеттом и Оливером (Cheng, Holyoak, Nisbett, and Oliver, 1986) в области логики.

Операторы решения проблем могут быть приобретены через открытие, воспроизведение примера решения проблемы или через прямую инструкцию.

Аналогия и имитация

Аналогия — процесс, с помощью которого решающий проблему отображает решение одной проблемы в решении другой проблемы. Иногда аналогия может быть довольно прямой, как тогда, когда студент берет структуру примера, решенного в разделе учебника математики, и отображает ее в решении данной ему задачи. В других случаях преобразования могут быть более сложными, как, например, в случае, когда Резерфорд использовал Солнечную систему в качестве модели строения атома, где электроны вращались вокруг атома так же, как планеты вокруг Солнца (Koestler, 1964; Gentner, 1983). При любой аналогии необходимо отображать элементы из источника на цель. В табл. 8.1 показано отображение Солнечной системы в модели атома.

Пример возможностей аналогии при решении проблем дает эксперимент Гика и Холиоака (Gick & Holyoak, 1980). Они предъявляли испытуемым следующую проблему, адаптированную из работы Данкера (Duncker, 1945).

Предположим, что вы — врач и у вашего пациента злокачественная опухоль желудка. Этому пациенту невозможно сделать операцию, но, если опухоль не удалить, пациент умрет. Существует излучение, с помощью которого можно уничтожить опухоль. Если подвергнуть опухоль воздействию излучения достаточно высокой интенсивности, она будет разрушена. К сожалению, при такой интенсивности излу-

Таблица 8.1

Аналогия Солнечной системы и атома

Исходная область: Солнечная система	Целевая область: атом
Солнце притягивает планеты	Ядро притягивает электроны
Солнце больше, чем планеты	Ядро больше, чем электроны
Планеты вращаются вокруг Солнца	Электроны вращаются вокруг ядра
Планеты вращаются вокруг Солнца из-за притяжения и разницы в весе	Электроны вращаются вокруг ядра из-за притяжения и разницы в весе
На планете Земля есть жизнь	Никакого переноса

Адаптировано из: Gentner, 1983, с разрешения *LEA, Ltd. — Quarterly Journal of Experimental Psychology*.

чения здоровая ткань, через которую будет облучаться опухоль также будет разрушена. При более низкой интенсивности лучи безопасны для здоровой ткани, но они также не повлияют на опухоль. Какая процедура могла бы использоваться для уничтожения опухоли с помощью облучения, чтобы при этом избежать уничтожения здоровой ткани?

Это очень сложная проблема, и немногие испытуемые могут ее решить. Но Гик и Холиоак предъявили испытуемым следующую историю в качестве аналогии решения.

Одной маленькой страной управлял диктатор, живший в крепости. Крепость была расположена в центре страны и окружена фермами и деревнями. Многие дороги вели к крепости. Мятежный генерал поклялся захватить эту крепость. Генерал знал, что нападение всей его армии приведет к взятию крепости. Он собрал свою армию на одной из дорог, готовый начать штурм крепости. Но генерал узнал, что диктатор установил мины на каждой из дорог. Мины были установлены так, чтобы люди могли безопасно пройти через них, так как диктатору было нужно, чтобы его войска и рабочие входили в крепость и выходили из нее. Но любая значительная сила взорвала бы мины. При этом была бы взорвана не только дорога, но и близлежащие деревни. Поэтому казалось невозможным захватить крепость. Тем не менее генерал изобрел простой план. Он разделил свою армию на маленькие группы и послал каждую группу к одной из дорог. Когда все было готово, он дал сигнал, и каждая группа пошла по своей дороге. Каждая группа шла по своей дороге к крепости так, что вся армия подошла к крепости одновременно. Таким образом генерал захватил крепость и сверг диктатора.

Выслушав эту историю в качестве модели решения, большинство испытуемых оказались в состоянии придумать аналогичные действия для решения проблемы опухоли.

Интересный пример не вполне удачного решения проблемы по аналогии — проблема, с которой столкнулся один изучавшийся нами студент при решении геометрической задачи. Часть *а* рис. 8.4 иллюстрирует шаги решения геометрической задачи, данной в учебнике в качестве примера, а часть *б* иллюстрирует попытку студента использовать приведенное доказательство для выполнения домашнего задания. В части *а* длина двух отрезков линии одинакова, и цель состоит

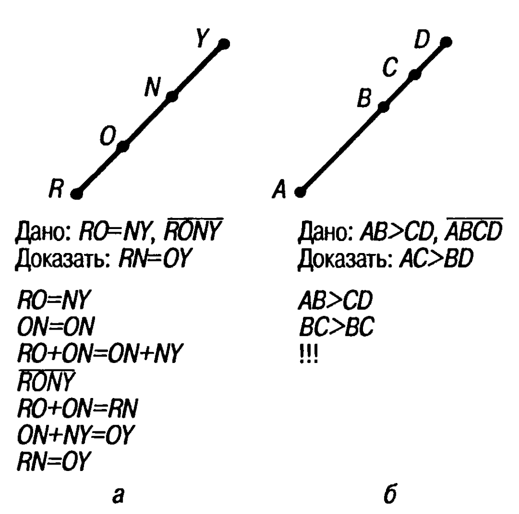


Рис. 8.4. *а* — доказательство, данное в учебнике геометрии; *б* — попытка студента использовать структуру решения этой проблемы для решения подобной проблемы

в том, чтобы доказать, что два бóльших отрезка имеют равную длину. В части *б* студенту были даны два отрезка *AB* и *CD*, *AB*>*CD*, и его задача состояла в том, чтобы доказать то же самое неравенство для двух бóльших отрезков, *AC* и *BD*.

Наш испытуемый отметил очевидное сходство между двумя проблемами и провел очевидную аналогию. Он полагал, что сможет просто заменить точки на одной линии на точки на другой и равенство на неравенство. То есть он попытался просто заменить *R* на *A*, *O* на *B*, *N* на *C*, *Y* на *D* и = на >. Первое неравенство, полученное в результате этих замен, оказалось правильным: по аналогии с *RO* = *NY*, он написал *AB*>*CD*. Затем он должен был написать что-то аналогичное *ON*= *ON*. Он написал *BC*>*BC*! Этот пример показывает, как аналогия может использоваться для создания операторов решения проблем, а также то, что правильное использование аналогии требует некоторой искушенности.

Другая трудность с аналогией состоит в нахождении соответствующих примеров, на основе которых путем аналогии можно получить операторы. Часто испытуемые не замечают, когда возможна аналогия. Гик и Холиоак провели эксперимент, в котором читали испытуемым рассказ про генерала и диктатора и затем проблему облучения из работы Данкера (обе описаны выше). Очень немногие испытуемые самостоятельно заметили, что первая история имеет отношение к решению второй. Чтобы достичь успеха, испытуемым нужно было прямо сказать, чтобы они использовали рассказ про генерала и диктатора как аналогию для решения проблемы с облучением.

Когда испытуемые самостоятельно используют имеющиеся примеры, чтобы решить проблему, при выборе примеров они часто руководствуются поверхностным сходством. Например, Росс (Ross, 1984, 1987) обучал испытуемых нескольким методам решения задач на определение вероятности. Обучение этим методам происходило в связи с определенными примерами, такими как нахождение вероятности того, что две брошенные кости дадут в сумме 7. Затем испытуемым

предъявлялись новые проблемы, которые имели поверхностное сходство с предшествующими примерами. Это поверхностное сходство принимало форму и примера и проблемы того же содержания (например, бросание костей), но не обязательно содержало в себе тот же самый принцип вероятности. Испытуемые пытались решить новую проблему, используя операторы, проиллюстрированные поверхностно сходным предшествующим примером. Когда предшествующий пример иллюстрировал тот же принцип, который требовался для решения новой проблемы, испытуемые могли решить проблему. В противном случае они были неспособны решить новую проблему. Рид (Reed, 1987) обнаружил подобные результаты при решении алгебраических проблем.

При решении проблем, связанных с обучением, студенты используют схожесть как признак, на основе которого выбираются примеры для проведения аналогии. Например, студент, решающий задачу по физике, ждет, что в приведенных в учебнике примерах решения задач использованы те же методы, и поэтому пытается решить задачу по аналогии с ними (Chi, Bassok, Lewis, Riemann, and Glaser, 1989).

При использовании аналогии сначала определяется, относится ли к делу уже известное решение проблемы, и затем отображаются элементы этого решения, чтобы получить оператор для текущей проблемы.

Правила продукции

Когнитивные психологи создали целый ряд способов для формального представления операторов решения проблем. Наиболее удачным из них оказался общетеоретический конструкт, известный как *системы продукции*. Системы продукции состоят из набора *правил продукции*, которые служат правилами решения проблемы. Типичное правило продукции для решения проблем (Anderson, 1983; Brown & Van Lehn, 1980; Card, Moran, & Newell, 1983) состоит из цели, некоторых прикладных тестов и действия. Ниже приведено довольно простое правило продукции.

Если цель состоит в том, чтобы управлять автомобилем со стандартной коробкой передач,
и включена первая передача,
и автомобиль движется со скоростью более 10 миль в час,
то включите вторую передачу.

Такое правило продукции делится на условие (часть «если») и действие (часть «то»). Условие состоит из формулировки цели (т. е. управлять автомобилем со стандартной коробкой передач) и некоторых тестов для определения того, применимо ли данное правило. Если эти тесты пройдены успешно, правило применяется и выполняется действие (то есть включается вторая передача).

В табл. 8.2 показан набор правил продукции, подобный предложенному Брауном и Ван Леном (Brown & Van Lehn, 1980) для моделирования операции вычитания в столбик. Эти правила продукции иллюстрируют некоторые из важнейших особенностей таких правил.

1. *Обусловленность.* Каждое правило продукции состоит из условия, которое описывает, когда оно должно быть применено, и действия, которое описывает, что при этом делать.

2. *Модульность.* Общая компетентность в решении проблем разбита на множество правил продукции, по одному для каждого оператора.
3. *Фактор цели.* Каждое правило продукции релевантно определенной цели типа заимствования из колонки.
4. *Абстрактность.* Каждое правило применяется к классу ситуаций. Например, четвертое правило продукции имеет отношение ко всем парам цифр, в которых цифра из верхней строки больше цифры из нижней строки или равна ей.

Такие правила продукции — это закодированные «кристаллизованные» операторы решения проблем, отражающие характер навыка решения проблем после того, как он был хорошо освоен. В следующей главе, посвященной развитию компетентности, будет больше сказано об усвоении таких правил.

Таблица 8.2

Правила продукции для операции вычитания в столбик

Если	цель состоит в том, чтобы решить задачу на вычитание,
то	начните с самой правой колонки
Если	имеется ответ в текущей колонке и имеется колонка слева,
то	произведите вычитание в колонке слева
Если	цель состоит в том, чтобы произвести вычитание в колонке и отсутствует цифра в нижней строке,
то	запишите цифру из верхней строки в качестве ответа
Если	цель состоит в том, чтобы произвести вычитание в колонке и цифра из верхней строки не меньше, чем цифра в нижней строке,
то	запишите разность между цифрами как ответ
Если	цель состоит в том, чтобы произвести вычитание в колонке и цифра из верхней строки меньше, чем цифра в нижней строке,
то	добавьте 10 к цифре из верхней строки и заимствуйте единицу в колонке слева
Если	цель состоит в том, чтобы заимствовать единицу из колонки и цифра из верхней строки в этой колонке — не ноль,
то	уменьшите эту цифру на 1
Если	цель состоит в том, чтобы заимствовать единицу из колонки и цифра из верхней строки в этой колонке равна 0,
то	замените 0 на 9 и заимствуйте единицу из колонки слева

Правила продукции кодируют кристаллизованные операторы решения проблем как правила типа «условие – действие».

Выбор оператора

Как было отмечено ранее, в любом конкретном состоянии могут применяться различные операторы решения проблем, и главная задача состоит в том, чтобы выбрать тот, который нужен. В принципе, имеются различные способы, которыми

решающий проблему может выбирать операторы, и область искусственного интеллекта преуспела в перечислении различных действенных методов. Но, по-видимому, в своем большинстве эти методы не являются естественными методами решения проблем человеком. Здесь мы рассмотрим три критерия, используемые людьми для выбора оператора. Самый простой критерий, использующийся людьми для выбора оператора, — это избегание операторов, которые уничтожают результат предыдущих операторов. Например, в головоломке с восьмью плитками люди обнаруживают большое нежелание вернуться к сделанному шагу, даже если это необходимо для решения проблемы. Но само по себе *избегание повтора* не управляет выбором оператора. Оно настраивает решающего проблему против любого оператора, который возвращает его к предыдущему состоянию, но не дает никаких оснований для выбора из оставшихся операторов.

Люди склонны выбирать неповторяющийся оператор, который уменьшает самое большое различие между их текущим состоянием и целью. *Уменьшение различия* — это очень общий принцип поведения, который объясняет поведение многих существ. Например, Кёлер (Kohler, 1927) описывает, как цыпленок идет прямо к желаемой пище и не обходит забор, который стоит на его пути. Бедное животное оказывается полностью парализованным, не способно двигаться и не хочет отойти назад и снова подойти к забору. По-видимому, у него нет никаких принципов для выбора операторов, но действуют принципы уменьшения различия и избегания повтора. В результате цыпленок не может решить проблему.

С другой стороны, Султан (см. рис. 8.1) не просто хватается за прутья клетки, пытаясь получить пищу. Он стремится создать новое средство, дающее возможность поесть. В действительности его новая цель состоит в создании новых средств для достижения старой цели. Описание создания новой цели, для достижения которой применяется оператор (средство), дается в рамках *анализа средств и целей*. Люди и другие высшие приматы используют анализ средств и целей, чтобы более планомерно достигать цели, не опираясь только на принцип уменьшения различия. В этом разделе мы обсудим роль уменьшения различия и анализа средств и целей в выборе оператора.

Люди используют методы избегания повтора и уменьшения различия, а также анализ средств и целей для управления выбором операторов.

Метод уменьшения различия

Часто при решении проблем, особенно в незнакомых областях, применяется метод уменьшения различия между текущим и целевым состояниями. Например, рассмотрим мое решение головоломки с восьмью плитками на рис. 8.2. Для первого перемещения имелись четыре выбора. Один возможный оператор состоял в том, чтобы переместить плитку 1 в пустой квадрат, другой — в том, чтобы переместить плитку 8, третий — в том, чтобы переместить плитку 5, и четвертый — в том, чтобы переместить плитку 4. Я выбрал последний оператор. Почему? Потому что мне казалось, что это приближало меня к конечной цели. Я перемещал плитку 4 ближе к месту ее назначения. Люди, решающие проблемы, часто руководствуются принципом сокращения различия или, наоборот, подобия. То есть они выбирают операторы, которые преобразовывают текущее состояние в новое состояние, которое уменьшает различие и больше похоже на целевое состояние, чем текущее. Умень-

шение различия иногда называется *восхождением на холм*. Если вообразить цель в виде самой высокой точки на поверхности земли, один из способов попробовать достичь ее состоит в том, чтобы всегда идти вверх. Уменьшая различие между целевым и текущим состояниями, решающий проблему делает шаг «вверх» к цели. Восхождение на холм связано с потенциальной проблемой, состоящей в том, что, следуя этому принципу, мы можем достичь вершины некоторого холма, который ниже, чем самая высокая точка земли, которая является целью. Таким образом, нет гарантии, что принцип уменьшения различия будет работать. Он страдает близорукостью в том смысле, что оценивается лишь следующий шаг и не учитывается, будет ли реализован более общий план. Анализ средств и целей, который мы обсудим позже, — попытка представить более общий подход к решению проблем.

Один из способов улучшения решения проблем состоит в использовании более сложных признаков схожести Целью моего «восхождения» было просто приблизить плитку к месту назначения. После решения многочисленных подобных проблем мы начинаем замечать важность того, что называется последовательностью — т. е. стоят ли за нецентральными плитками плитки по порядку следующие за ними. Например, в состоянии 0 на рис. 8.2 плитки 3 и 4 находятся в последовательности, потому что далее идут следующие за ними по порядку плитки 4 и 5, но плитка 5 не находится в последовательности, потому что за ней идет плитка 7, а не 6. Оказывается, важнее сначала расставить плитки в последовательности, чем пытаться сразу же переместить их в место их конечного назначения. Таким образом, использование последовательности в качестве меры увеличения сходства ведет к более эффективному решению проблемы, основанному на уменьшении различия (для дальнейшего обсуждения см.: Nilsson, 1971).

Метод уменьшения различия полагается на оценки сходства между текущим и целевым состояниями. Хотя принцип уменьшения различия, вероятно, довольно часто оказывается эффективным, он также может ввести в заблуждение решающего проблему. В некоторых ситуациях решения проблем правильное решение включает в себя отрицание сходства. Хорошим примером этого служит так называемая проблема хоббитов и орков.

> На одной стороне реки находятся три хоббита и три орка. На их стороне реки находится лодка, на которой могут переехать через реку одновременно два существа. Цель состоит в том, чтобы переправить все шесть существ на другую сторону реки. Ни в какой момент с каждой из сторон реки не может находиться больше орков, чем хоббитов (иначе орки съедят находящихся в меньшинстве хоббитов). Проблема состоит в том, чтобы найти способ перевозки всех шестерых существ через реку так, чтобы хоббиты не оставались в меньшинстве.

Прекратите читать и попробуйте решить эту проблему. На рис. 8.5 показана правильная последовательность шагов для решения этой проблемы. Указано местоположение хоббитов (X), орков (O) и лодки (л). Лодка, три хоббита и три орка сначала находятся на одной стороне реки. Это условие представлено в состоянии 1 тем, что все они находятся выше линии. Затем хоббит, орк и лодка переправляются на другую сторону реки. Результат этого действия представлен в состоянии 2 тем, что лодка (л), хоббит (X) и орк (O) находятся с другой стороны линии. В состоянии 3 один хоббит приехал на лодке обратно, что отражено на диаграмме.

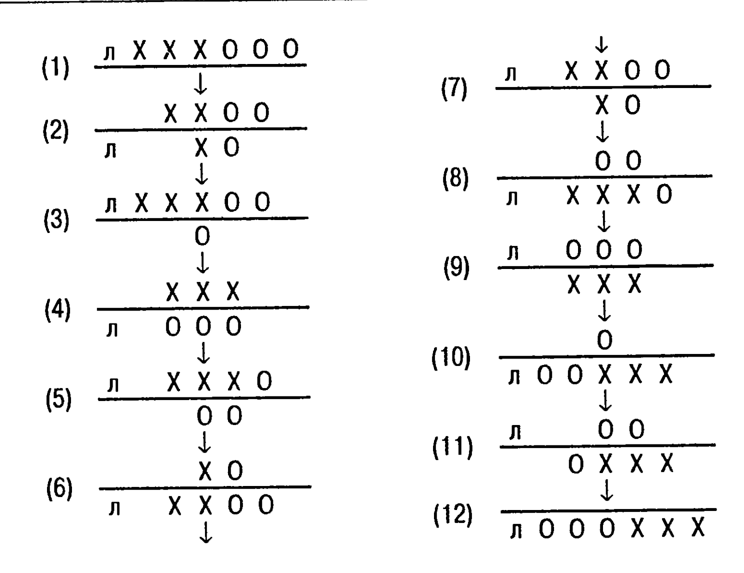


Рис. 8.5. Диаграмма последовательных состояний в решении проблемы хоббитов и орков

Каждое состояние на рисунке представляет новое сочетание хоббитов, орков и лодки. Испытуемым особенно трудно перейти от состояния 6 к состоянию 7 В исследовании Джефриса, Пуазона, Разрана и Атвуда (Jeffries, Poison, Razran, & Atwood, 1977) около трети всех испытуемых выбирают возвращение к предыдущему состоянию 5, а не переход к состоянию 7 (Greeno, 1974). Одна из причин этого затруднения состоит в том, что действие включает в себя перемещение двух существ назад на исходную сторону реки. Это перемещение воспринимается как удаление от решения. В этой точке испытуемые возвращаются к состоянию 5 даже при том, что это отменяет их последнее перемещение. Они предпочитают отменять перемещения, но не предпринимать шаги, которые приводят их в состояние, которое кажется удалением от цели.

Атвуд и Пуазон (Atwood & Poison, 1976) дают другую экспериментальную демонстрацию случая, когда испытуемые полагаются на сходство, и показывают, что иногда это может быть вредно, а иногда выгодно. Испытуемым предлагали следующую проблему кувшинов с водой.

У вас есть три кувшина, которые мы назовем *А*, *Б* и *В*. В кувшин *А* может войти ровно 8 чашек воды, в кувшин *Б* — 5 чашек и в кувшин *В* — 3 чашки. Кувшин *А* наполнен 8 чашками воды. Кувшины *Б* и *В* пусты. Мы хотим, чтобы вы придумали, как разделить содержимое кувшина *А* между кувшинами *А* и *Б* так, чтобы в каждом было по 4 чашки воды. Вам разрешается переливать воду из кувшина в кувшин.

На рис. 8.6 показаны два пути решения этой проблемы. (Пожалуйста, обратите внимание на то, что единственный способ получить точные меры воды состоит в том, чтобы налить полные кувшины.) В верхней части рисунка вся вода находится в кувшине *А*, что обозначено как *А*(8); в кувшинах *Б* или *В* вода отсутствует, что обозначено как *Б*(0) и *В*(0) Два возможных действия состоят в том, чтобы налить воду в *В*, и тогда мы получаем *А*(5), *Б*(0) и *В*(3), или налить воду в *Б*, и тогда

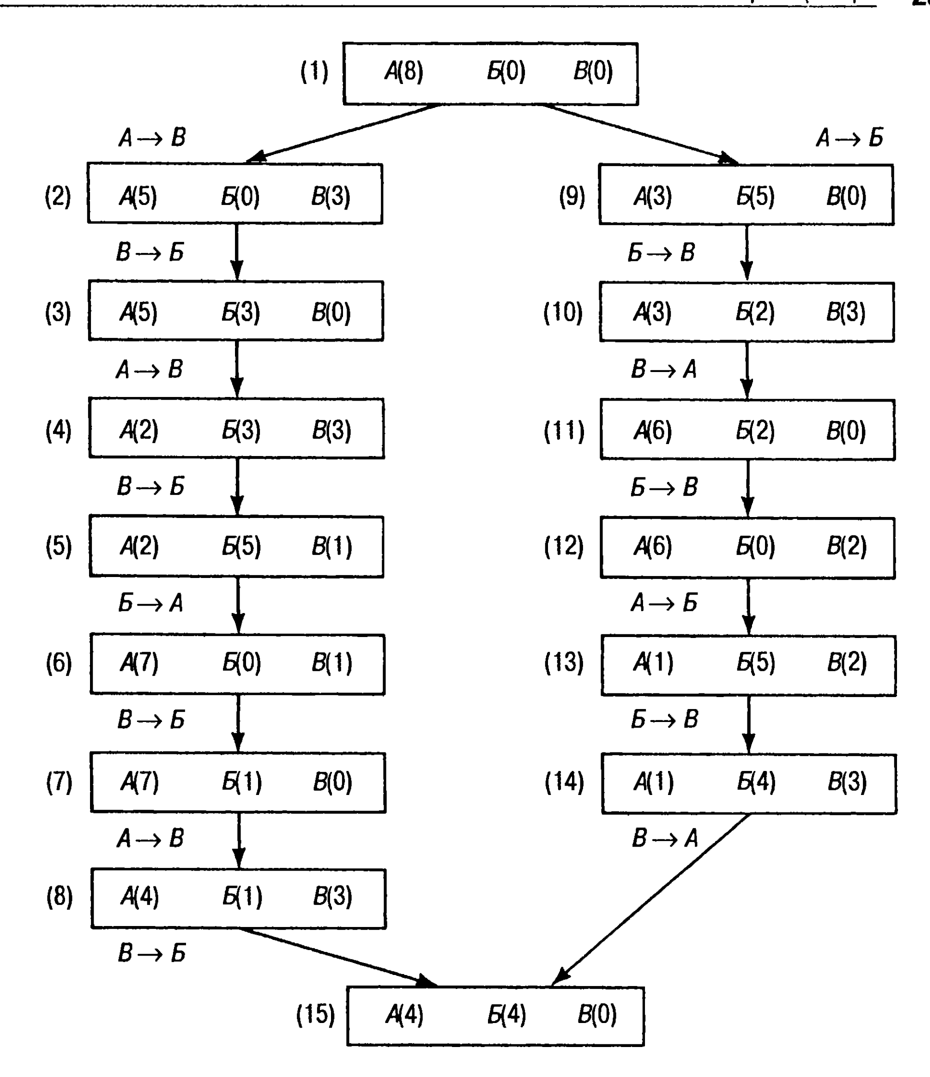


Рис. 8.6. Два пути решения проблемы кувшина с водой, изложенные в работе Атвуда и Пуазона (Atwood & Poison, 1976). Каждое состояние представлено в терминах содержимого трех кувшинов. При переходах между состояниями помечено, из какого кувшина в какой переливают воду

мы получаем *А*(3), *Б*(5) и *В*(0). Из этих двух состояний может быть сделано еще больше шагов. Помимо двух путей, показанных на рисунке, возможны многие другие последовательности шагов. Но на этом рисунке показаны две самые короткие последовательности шагов, ведущих к цели.

Атвуд и Пуазон использовали репрезентацию, показанную на рис. 8.6, чтобы анализировать поведение испытуемых. Например, они спрашивали, какие ходы предпочли бы испытуемые, начиная с состояния 1. То есть предпочли бы они переливать воду из кувшина *А* в кувшин *В* и перейти в состояние 2, или из кувшина *А* в кувшин *Б* и перейти в состояние 9? Ответ состоит в том, что испытуемые пред-

почитали последний шаг. В состояние 9 переходило вдвое больше испытуемых, чем в состояние 2. Обратите внимание, что состояние 9 весьма похоже на целевое. Цель состоит в том, чтобы было по 4 чашки воды в кувшинах *А* и *Б*, а в состоянии 9 в кувшине *А* находится 3 чашки воды и в кувшине *Б* — 5 чашек воды. Напротив, в состоянии 2 в кувшине *Б* вообще нет воды. На всем протяжении решения проблемы Атвуд и Пуазон обнаружили у испытуемых сильную тенденцию переходить в состояния, которые были похожи на целевое состояние. Обычно сходство было хорошим эвристическим приемом, но есть критические случаи, где сходство вводит в заблуждение. Например, переходы из состояния 5 в состояние 6 и из состояния 11 в состояние 12 ведут к существенным уменьшениям в сходстве с целью. Но оба перехода необходимы для приближения к решению. Атвуд и Пуазон обнаружили, что больше чем в 50 % случаев испытуемые отклонялись от правильной последовательности шагов в этих критических точках. Скорее, испытуемые выбрали определенный шаг, который казался ближе к цели, но фактически уводил их от решения.[1]

Стоит отметить, что люди застревают в субоптимальных состояниях не только при решении загадок. Принцип восхождения на холм может поставить нас в тупик при решении серьезных жизненных проблем. Классическим примером является случай, когда люди застряли на субоптимальной работе, потому что они не хотят получить образование, необходимое для лучшей работы. Они не хотят терпеть временное отклонение от цели (зарабатывать как можно больше), чтобы приобрести навыки, позволяющие им зарабатывать еще больше.

Люди испытывают трудности при решении проблем, когда правильное решение включает в себя увеличение различий между текущим состоянием и целью.

Анализ средств и целей

Более сложный метод выбора оператора называется анализом средств и целей. Этот метод широко изучали Ньюэлл и Саймон, которые использовали его в компьютерной программе под названием «Универсальный решатель задач» (УРЗ), моделирующей решение проблем людьми. Ниже приведено данное ими описание анализа средств и целей.

Анализ средств и целей можно проиллюстрировать следующим примером доказательства, основанного на здравом смысле:

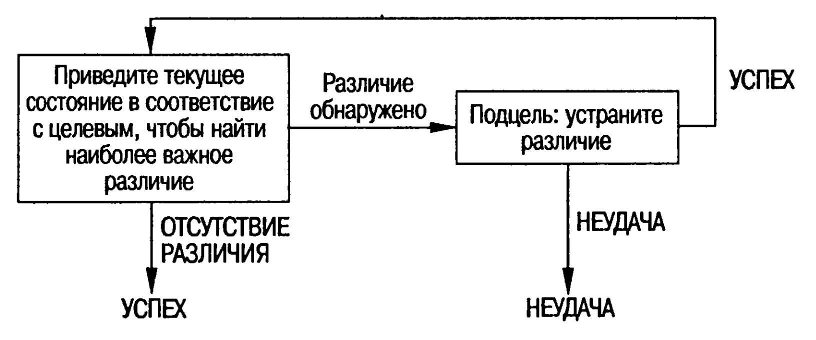
> Я хочу отвезти своего сына в детский сад. Чем определяется различие между тем, что я имею, и тем, что я хочу? Расстоянием. Что изменяет расстояние? Мой автомобиль. Мой автомобиль неисправен. Что необходимо, чтобы его починить? Новый аккумулятор. Где есть новые аккумуляторы? В автомастерской. Я хочу, чтобы в мастерской мне поставили новый аккумулятор; но в мастерской не знают, что мне это нужно. В чем проблема? В передаче информации. Что позволяет передать информацию? Телефон... И так далее.

Этот вид анализа — классификация вещей в терминах их функций и сопоставление целей, требуемых функций и средств их реализации — образует основную систему УРЗ (Newell & Simon, 1972).

---

[1] Например, перемещение назад в состояние 9 из состояния 5 или состояния 11.





Блок-схема II. Цель: устраните различие

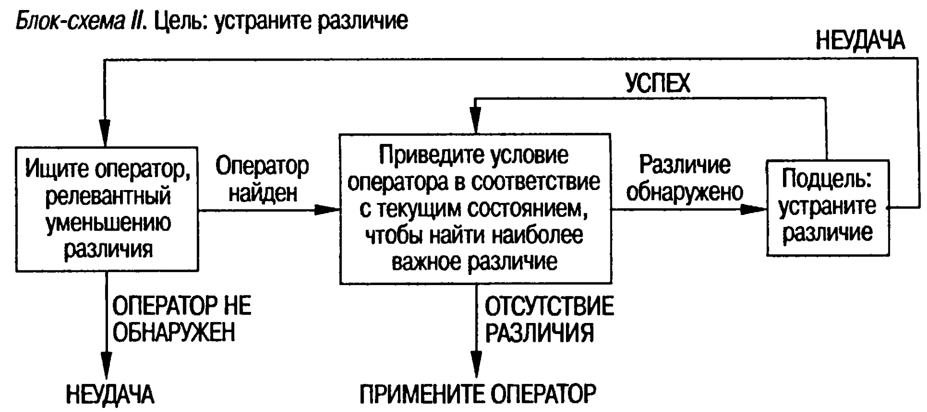


Рис. 8.7. Применение анализа средств и целей «Универсальным решателем задач» (УРЗ) Ньюэлла и Саймона. Блок-схема I делит проблему на набор различий и пытается устранить каждое из них. Блок-схема II ищет оператор, подходящий для устранения различия

Анализ средств и целей может рассматриваться как более сложная версия принципа уменьшения различия. Как и уменьшение различия, анализ средств и целей направлен на устранение различия между текущим состоянием и целевым. Так, в приведенном выше примере предпринята попытка уменьшить расстояние между домом и детским садом. С помощью анализа средств и целей также можно сначала выявить самое большое различие и затем попробовать устранить его. В приведенном выше примере внимание сосредоточено на различии в местоположении дома и детского сада. Такие факторы, как место парковки автомобиля и местонахождение комнаты в детском саду, не учитывались.

Главное отличие от принципа уменьшения различия состоит в том, что анализ средств и целей не отказывается от оператора, если его нельзя применить немедленно. Если бы автомобиль был неисправен, использование принципа уменьшения различия привело бы к тому, что человек пошел в детский сад пешком. Скорее, существенная особенность анализа средств и целей состоит в том, что он сосредоточен на использовании блокированных операторов. Средства временно становятся целью. В приведенном выше примере была поставлена подцель ремонта автомобиля, что явилось средством достижения первоначальной цели отвезти

ребенка в детский сад. Для достижения этой подцели могут быть отобраны новые операторы. Например, сделан выбор установить новый аккумулятор. Если этот оператор блокирован, его запуск может стать другой подцелью.

На рис. 8.7 в форме блок-схем показаны процедуры, используемые при анализе средств и целей с помощью УРЗ. Общая особенность анализа средств и целей состоит в том, что он разбивает большую цель на подцели. УРЗ создает подцели двумя способами. Во-первых, в блок-схеме I УРЗ разбивает текущее состояние на набор различий и определяет подцели, каждая из которых состоит в уменьшении отдельного различия. Сначала он пытается устранить то, что он воспринимает как наиболее важное различие. Во-вторых, в блок-схеме II УРЗ пробует найти оператор, который устранит различие. Но может оказаться, что этот оператор нельзя применить немедленно из-за различия между состоянием оператора и окружения. Таким образом, прежде чем оператор будет применен, необходимо устранить другое различие. Чтобы устранить это различие, которое блокирует применение оператора, снова должна быть вызвана блок-схема II, чтобы найти другой оператор, подходящий для устранения этого различия. Термин «подцель оператора» относится к подцели, состоящей в устранении различия, которое блокирует применение оператора.

Анализ средств и целей включает в себя постановку подцелей для устранения различия между текущим состоянием и условием применения желаемого оператора.

Проблема ханойской башни

Анализ средств и целей оказался очень общим и мощным методом решения проблем. Эрнст и Ньюэлл (Ernst & Newell, 1969) обсуждают его применение к моделированию проблемы обезьяны и бананов (типа проблем Султана, описанных в начале главы), алгебраических проблем, проблем исчисления и логических проблем. Но мы проиллюстрируем анализ средств и целей на примере его применения к «проблеме ханойской башни». Простой вариант этой проблемы показан на рис. 8.8. Имеются три штырька и три диска разных размеров — *А*, *Б* и *В*. В дисках имеются отверстия, чтобы их можно было нанизать на штырьки. Диски могут быть перемещены с любого штырька на любой другой Можно перемещать только верхний диск на штырьке, и его никогда нельзя нанизывать поверх диска меньшего размера. Все диски сначала находятся на штырьке 1, а цель состоит в том, чтобы переместить их на штырек 3 посредством перемещений дисков со штырька на штырек по одному.

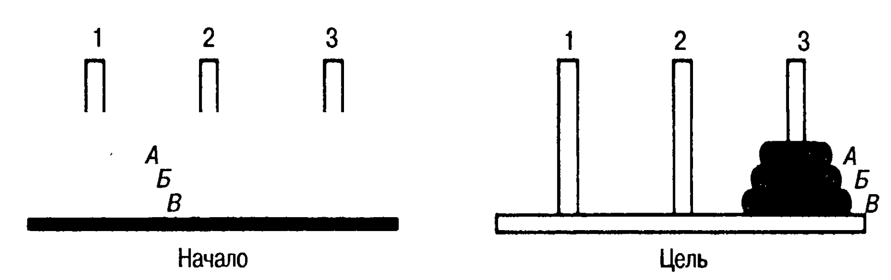


Рис. 8.8. Вариант проблемы ханойской башни с тремя дисками

1. Цель: Переместите *А*, *Б* и *В* на штырек 3
2. :Различие в том, что *В* находится не на 3
3. :Подцель: Переместите *В* на 3
4. :Оператор состоит в перемещении *В* на 3
5. :Различие в том, что *А* и *Б* находятся на *В*
6. :Подцель: Удалите *Б* с *В*
7. :Оператор состоит в перемещении *Б* на 2
8. :Различие в том, что *А* находится на *Б*
9. :Подцель: Удалите *А* с *Б*
10. :Оператор состоит в перемещении *А* на 3
11. :Отсутствие различий с условием оператора
12. :Примените оператор (переместите *А* на 3)
13. :Подцель достигнута
14. :Отсутствие различий с условием оператора
15 :Примените оператор (переместите *Б* на 2)
16. :Подцель достигнута
17. :Различие в том, что *А* находится на 3
18. :Подцель: Удалите *А* со штырька 3
19. :Оператор состоит в перемещении *А* на 2
20. :Отсутствие различий с условием оператора
21. :Примените оператор (переместите *А* на 2)
22. :Подцель достигнута
23. :Отсутствие различий с условием оператора
24. :Примените оператор (переместите *В* на 3)
25. :Подцель достигнута
26. :Различие в том, что *Б* находится не на 3
27. :Подцель: Переместите *Б* на 3
28. :Оператор состоит в перемещении *Б* на 3
29. :Различие в том, что *А* находится на *Б*
30. :Подцель: Удалите *А* с *Б*
31. :Оператор состоит в перемещении *А* на 1
32. :Отсутствие различий с условием оператора
33. :Примените оператор (переместите *А* на 1)
34. :Подцель достигнута
35. :Отсутствие различий с условием оператора
36. :Примените оператор (переместите *Б* на 3)
37. :Подцель достигнута
38. :Различие в том, что *А* находится не на 3
39. :Подцель: Переместите *А* на 3
40. :Оператор состоит в перемещении *А* на 3
41. :Отсутствие различий с условием оператора
42. :Примените оператор (переместите *А* на 3)
43. :Подцель достигнута
44. :Отсутствие различий
45. Цель достигнута

Рис. 8.9. Запись применения УРЗ (см. рис. 8.7) к проблеме ханойской башни (см. рис. 8.8)

На рис. 8.9 прослежено применение методов УРЗ к этой проблеме. Первая линия дает общую цель, состоящую в перемещении дисков *А*, *Б*, и *В* на штырек 3. Эта цель приводит нас к первой блок-схеме на рис. 8.7. Одно из различий между целевым и текущим состояниями состоит в том, что диск *В* находится не на штырьке 3. Это различие выбрано первым, потому что УРЗ пытается сначала удалить

наиболее важное различие, и мы предполагаем, что самый большой диск, находящийся не на том месте, будет рассматриваться как наиболее важное различие. Поэтому ставится подцель устранить это различие. Это приводит нас ко второй блок-схеме на рис. 8.7, которая отражает попытку найти оператор для уменьшения различия. Выбранный оператор должен переместить *В* на штырек 3. Условие для применения перемещающего оператора состоит в том, чтобы на этом диске ничего не было. Поскольку диски *А* и *Б* находятся на *В*, имеется различие между условием оператора и текущим состоянием. Следовательно, ставится новая подцель, состоящая в том, чтобы уменьшить одно из различий — *Б* на *В*. Эта подцель возвращает нас к началу блок-схемы II, но теперь с целью удаления диска *Б* с диска *В* (строка 6 на рис. 8.9).[1]

Оператор, выбранный во второй раз в блок-схеме II, должен переместить диск *Б* на штырек 2. Но мы не можем немедленно применить оператор перемещения диска *Б* на штырек 2, так как диск *Б* закрыт диском *А*. Поэтому ставится другая подцель — удалить диск *А*, и используется блок-схема II, чтобы устранить это различие. Оператор, релевантный достижению этой подцели, должен переместить диск *А* на штырек 3. Нет никаких различий между условиями для этого оператора и текущим состоянием. Наконец, мы имеем оператор, который мы можем применить (строка 12 на рис. 8.9). Таким образом, мы достигаем подцели перемещения диска *А* на штырек 3. Теперь мы возвращаемся к нашему более раннему намерению переместить диск *В* на штырек 2. Различий между условием для этого оператора и текущим состоянием больше нет, и действие выполняется. В этом случае мы достигаем подцели, состоящей в удалении диска *Б* с диска *В* (строка 16 на рис. 8.9).

Теперь мы возвратились к первоначальному намерению переместить диск *В* на штырек 3. Но теперь на штырьке 3 находится диск *А*, который препятствует этому действию. Таким образом, у нас имеется другое различие между текущим состоянием и условием оператора, которое нужно устранить. Мы перемещаем диск *А* на штырек 2, чтобы устранить это различие. Теперь можно применить первоначальный оператор перемещения диска *В* на штырек 3 (строка 24 на рис. 8.9).

На этом этапе диск *В* находится на штырьке 3, и диски *А* и *Б* — на штырьке 2. Теперь УРЗ возвращается к первоначальной цели перемещения трех дисков на штырек 3. УРЗ замечает, что другое различие состоит в том, что *Б* находится не на штырьке 3, и ставит другую подцель, состоящую в устранении этого различия. УРЗ достигает этой подцели первым перемещением *А* на 1 и затем *Б* на 3. Это переводит нас на строку 37 в записи на рис. 8.9. Остающееся различие состоит в том, что *А* находится не на штырьке 3. Это различие устраняется на строках с 38 до 42. После этого шага больше не остается различий, и первоначальная цель достигнута.

Обратите внимание, что подцели ставятся, чтобы обслуживать другие подцели. Например, чтобы достичь подцели перемещения самого большого диска, со-

[1] Обратите внимание, что мы сделали переходы от использования блок-схемы I к использованию блок-схемы II и затем к новому использованию блок-схемы II. Это действие называется рекурсией, так как, чтобы применить блок-схему II для нахождения способа переместить диск *В* на штырек 3, мы должны применить блок-схему II, чтобы найти способ удалить диск *Б* с диска *В*. Таким образом, одна процедура использует себя как подпроцедура.

здается подцель перемещения второго по величине диска, который находится на его вершине. Мы указали эту логическую зависимость одной подцели от другой на рис. 8.9 в виде намерения обработать зависимую подцель. Перед первым перемещением на строке 12 рисунка должны быть созданы три подцели. По-видимому, создание таких целей и подцелей может требовать значительных затрат. Андерсон, Кушмерик и Лебьер (Anderson, Kushmerick, & Lebiere, 1993), а также Руиз (Ruiz, 1987) обнаружили, что время на одно перемещение является функцией числа подцелей, которые должны быть поставлены. Например, прежде чем диск *A* будет перемещен на штырек 3 на рис. 8.9 (первое перемещение), должны быть поставлены три подцели, тогда как перед следующим перемещением (*B* на штырек 2) не нужно ставить никаких подцелей. Соответственно, Андерсон с коллегами обнаружили, что требуется 8,95 с, чтобы сделать первое перемещение, и 2,46 с, чтобы сделать второе перемещение.

Имеются два метода решения проблем, которые испытуемые могли бы использовать для решения проблемы ханойской башни. Они могут использовать анализ средств и целей, как это показано на рис. 8.9, или метод простого уменьшения различия, и в таком случае испытуемые никогда не ставят подцели переместить диск, который в настоящее время не может быть перемещен. В проблеме ханойской башни такой метод простого уменьшения различия не был бы эффективен, потому что надо учитывать то, что в настоящее время невозможно, и иметь более общий план решения проблемы. Единственный шаг, который мог бы быть сделан при использовании принципа уменьшения различия на рис. 8.8, — это перемещение верхнего диска (*A*) на штырек-мишень, но затем на основе данного принципа было бы невозможно сделать какое-либо перемещение, потому что ни одно из них не уменьшило бы различия между текущим и целевым состояниями. Испытуемые были бы должны делать случайные перемещения. Котовский, Хейес и Саймон (Kotovsky, Hayes, & Simon, 1985) провели исследование того, как испытуемые фактически подходили к решению проблемы ханойской башни. Они обнаружили, что при решении проблемы испытуемые сначала использовали эту бесплодную стратегию уменьшения различия. Затем испытуемые переходили к стратегии анализа средств и целей, после чего они быстро решали проблему.

Проблема ханойской башни решается с помощью стратегии анализа средств и целей, при которой создаются подцели.

Структуры цели и префронтальная кора

Показательно, что сложные структуры цели, особенно включающие в себя операторы-подцели, наблюдались только у людей и высших приматов. Мы уже обсудили один пример решения проблемы Султаном на рис. 8.1. Создание нового инструмента — очевидный пример оператора-подцели — почти уникальная способность человекообразных обезьян (Beck, 1980). Существует предположение (Anderson, 1993), что процесс обработки сложных подцелей осуществляется префронтальной корой (см. рис. 1.6), которая у высших приматов развита значительно лучше, чем у большинства млекопитающих, а у людей — лучше, чем у обезьян. В главе 6 обсуждалась роль префронтальной коры в удержании информации в рабочей памя-

9 Зак. 764

ти. Одна из главных предпосылок к развитию сложных структур цели — способность удерживать эти структуры цели в рабочей памяти.

Гоэл и Графман (Goel & Grafman, 1995) изучали решение проблемы ханойской башни пациентами с поражением лобных долей. Это были пациенты, имеющие серьезное повреждение префронтальной коры. Многие были ветеранами вьетнамской войны с серьезными повреждениями мозговой ткани в результате осколочного ранения. Хотя эти пациенты имели нормальный *IQ*, они намного хуже нормальных испытуемых решали проблему ханойской башни. Интересно отметить, на каком этапе решения задачи эти пациенты сталкивались с трудностями. Как мы уже говорили при обсуждении анализа средств и целей в контексте решения проблемы ханойской башни, необходимо делать перемещения, которые отклоняются от предписываемых принципом восхождения на холм. Можно было поставить диск в правильную позицию, но затем снова переместить диск, чтобы позволить другому диску быть перемещенным в эту позицию. Именно в точках, где пациенты должны были двигаться «назад», они имели и испытывали затруднения. Человек может понимать, что отход назад необходим для решения, лишь удерживая в памяти набор целей.

В целом у пациентов с поражением лобных долей отмечались трудности в торможении «доминирующей» реакции (Roberts, Hager, & Heron, 1994). Например, в задаче Струпа (см. главу 3) пациентам было трудно не назвать слово, когда предполагалось, что они назовут цвет слова. То есть им было трудно помнить, что их цель состоит в том, чтобы называть цвет, а не слово.

При выполнении многих задач, которые включают в себя организацию нового и сложного поведения, в префронтальной коре отмечается увеличение потока крови (Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 1998). Активность в префронтальной доле высока при решении новой проблемы, но уменьшается после решения проблемы, что мы более подробно обсудим в следующей главе. Все эти результаты указывают на то, что префронтальные доли играют главную роль в поддержании структур цели, которые позволяют людям решать проблемы.

Префронтальная кора играет решающую роль в удержании структур цели.

Репрезентация проблемы

Важность правильной репрезентации

Мы анализировали решение проблемы в терминах проблемного состояния и операторов для изменения состояний. До сих пор мы обсуждали решение проблем, как будто единственная сложность состоит в приобретении операторов и выборе подходящих операторов. Но то, как представлены проблемные состояния, также имеет большое значение. Известный пример, иллюстрирующий важность репрезентации, — проблема поврежденной шахматной доски (Kaplan & Simon, 1990). Предположим, что мы имеем шахматную доску, у которой два противоположных по диагонали квадрата были вырезаны. На рис. 8.10 показана эта поврежденная шахматная доска, на которой остались 62 квадрата. Теперь предположим, что мы имеем 31 домино, каждое из которых покрывает точно два квадрата доски. Може-

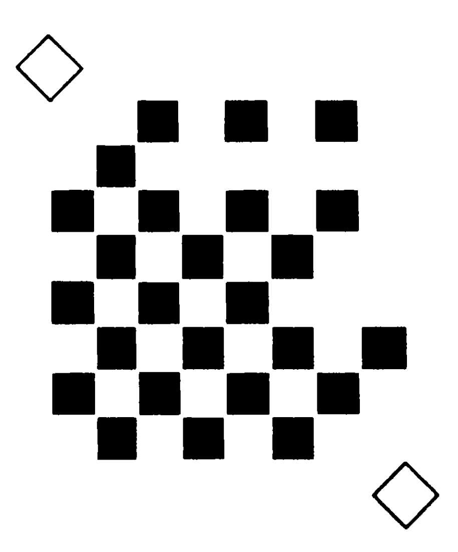


Рис. 8.10. Поврежденная шахматная доска (адаптировано из: W. A. Wickelgren, *How to solve problems*. W. H. Freeman and Company. © 1974)

те ли вы найти способ разложить эти 31 домино на доске так, чтобы они закрыли все 62 квадрата? Если это можно сделать, объясните, как именно. Если этого сделать нельзя, докажите это. Возможно, вы предпочтете поразмышлять над этой проблемой, прежде чем продолжить чтение. Немногие люди находят ответ на эту задачу без подсказок, и совсем мало тех, кому удается сделать это быстро.

Ответ состоит в том, что шахматная доска не может быть закрыта домино. Чтобы понять это, нужно учитывать, что каждое домино должно закрыть один черный и один белый квадрат, а не любые два квадрата. Не существует никакого способа разместить костяшку домино на двух квадратах шахматной доски без того, чтобы она закрывала один черный и один белый квадрат. Это означает, что с помощью 31 пластинки домино мы можем закрыть 31 черный квадрат и 31 белый квадрат. Но в результате повреждения удалены два белых квадрата. Таким образом, остались 30 белых и 32 черных квадрата. Из этого следует, что поврежденную шахматную доску нельзя закрыть 31 костяшкой домино.

Почему проблему поврежденной шахматной доски легче решить, когда мы учитываем, что каждая костяшка домино покрывает белый и черный квадраты? Ответ состоит в том, что, представляя проблему таким образом, мы можем сравнить число белых и черных квадратов на доске. Таким образом, влияние репрезентации проблемы выражается в том, что она позволяет применить критические операторы (т. е. проверить, равно ли количество разных квадратов).

Другая проблема, которая зависит из правильной репрезентации, — это проблема 27 яблок. Вообразите 27 яблок, уложенных в ящик в три слоя по три яблока в ширину и три яблока в длину. В центральном яблоке находится червь. Он намерен прогрызть путь через все яблоки в корзине, но не хочет тратить время, посещая какое-либо яблоко дважды. Червь может двигаться от яблока к яблоку, только проходя через точки соприкосновения яблок. Это означает, что он может дви-

гаться только в яблоки, расположенные выше, ниже или сбоку. Он не может двигаться по диагонали. Можете ли вы найти путь, по которому червь, начиная с центрального яблока, может достичь всех яблок, не проходя через какое-либо яблоко дважды? Если нет, можете ли вы доказать, что это невозможно? Решите эту задачу сами. (Подсказка: решение основано на частичной трехмерной аналогии с решением проблемы поврежденной шахматной доски; оно дано в конце главы.)

Неподходящие репрезентации проблемы часто приводят к тому, что студенты не в состоянии решать проблемы даже если получили соответствующие знания. Этот факт часто вызывает тревогу у преподавателей. Бассок (Bassok, 1990) и Бассок и Холиоак (Bassok & Holyoak, 1989) изучали учащихся средней школы, которые научились решать задачи по физике, подобные приведенной ниже:

> Каково ускорение (увеличение скорости за секунду) поезда, если скорость увеличивалась равномерно от 15 м/с в начале 1-й секунды, до 45 м/с в конце 12-й секунды?

Студентов научили решать такие задачи, и они делали это весьма эффективно. Но они почти не обнаружили никакого переноса навыка на решение «алгебраических» задач такого типа, как следующая:

> Хуанита устроилась на работу кассиром в банке на жалованье $12 400 в год и, ежегодно получая надбавку к жалованию, на 13-м году работы получала $16 000. Каково было ее ежегодное увеличение жалованья?

Эти испытуемые не смогли понять, что их опыт решения задач по физике был релевантен для решения этих проблем, которые являются фактически изоморфными. Это объясняется тем, что студенты не принимали во внимание, что знания, связанные с такой величиной, как скорость (м/с), были релевантны для решения проблем, изложенных в терминах дискретных величин, в данном случае долларов.

Успешное решение проблемы зависит от репрезентации проблемы таким способом, который позволяет применять подходящие операторы.

Функциональная фиксация

Иногда решение проблем зависит от способности решающего представить объекты из своего окружения новыми способами. Этот факт продемонстрирован в ряде исследований различных ученых. Типичным экспериментом является проблема Майера с двумя веревками (Maier, 1931), показанная на рис. 8.11. Две свисающие с потолка веревки нужно связать вместе, но расстояние между ними настолько велико, что испытуемый не может схватить обе веревки сразу. Среди находящихся в комнате объектов имеются стул и плоскогубцы. Испытуемые пробуют различные решения, включающие в себя стул, но у них ничего не получается. Единственное решение, которое должно сработать, заключается в том, чтобы привязать плоскогубцы к одной веревке и раскачать эту веревку подобно маятнику, а затем взять вторую веревку, подтянуть ее к середине комнаты и подождать, когда первая веревка, раскачиваясь, окажется достаточно близко, чтобы схватить ее. Только 39 % испытуемых Майера смогли решить эту проблему в пределах 10 мин. Трудность состоит в том, что испытуемые не воспринимают плоскогубцы как предмет, который может использоваться как маятник. Это явление называется *функцио-*

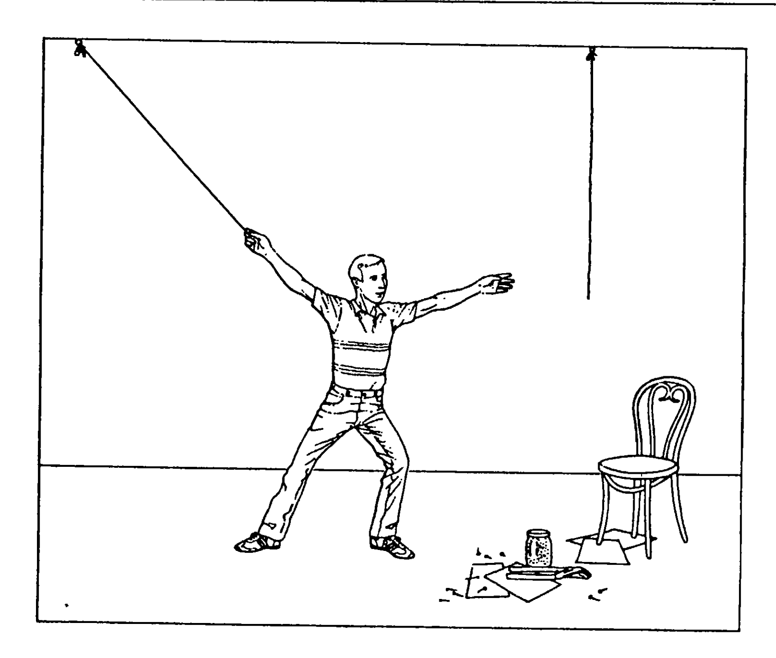


Рис. 8.11. Проблема с двумя веревками, использованная Майером (Maier, 1931)

нальной фиксацией. Оно получило такое название, потому что в сознании испытуемых фиксирована репрезентация объекта, соответствующая его обычной функции, и испытуемый не может представить новую функцию.

Другой демонстрацией функциональной фиксации является эксперимент Данкера (Duncker, 1945). Задача, которую он поставил перед испытуемыми, состоит в том, чтобы прикрепить свечу на дверь, якобы для эксперимента на проверку зрения. Проблема проиллюстрирована на рис. 8.12. На столе находится коробка кнопок, спички и свеча. Правильное решение состоит в том, чтобы прикрепить коробку к двери и использовать ее как подставку для свечи. Эта задача трудна для ис-

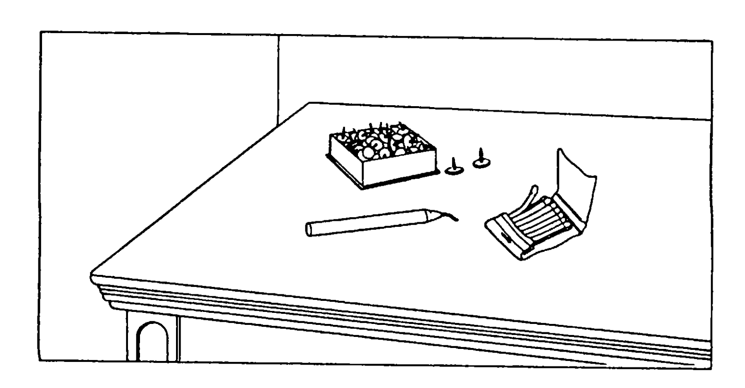


Рис. 8.12. Проблема со свечой, использованная Данкером (адаптировано из: Glucksberg & Weisherg 1966. © 1966, American Psychological Association. Воспроизведено с разрешения)

пытуемых, потому что они рассматривают коробку как контейнер для кнопок, а не как подставку. Испытуемым труднее решить задачу, если коробка наполнена кнопками, что закрепляет восприятие коробки как контейнера.

Эти демонстрации функциональной фиксации подтверждают, что репрезентация влияет на выбор оператора. Например, чтобы решить проблему Данкера со свечой, испытуемым нужна была такая репрезентация коробки с кнопками, чтобы она могла использоваться операторами решения проблемы, состоящими в поиске подставки для свечи. Когда коробка рассматривалась как контейнер, а не как подставка, она была недоступна операторам поиска подставки.

Функциональная фиксация – это тенденция представлять объекты как выполняющие обычные функции решения проблем, которая не позволяет рассматривать их как выполняющие новые функции.

Влияние установки

Люди, решающие проблемы, могут под влиянием предшествующего опыта предпочитать некоторые операторы решения проблем. Такая предвзятость при решении проблем называется *влиянием установки*. Хорошей иллюстрацией этого является проблема кувшинов с водой, изучавшаяся Лучинсом (Luchins, 1942; Luchins & Luchins, 1959). В проблеме кувшинов с водой Лучинса (которая отличается от проблемы Атвуда и Пуазона, показанной на рис. 8.6) испытуемому давали набор кувшинов различной емкости и неограниченное количество воды. Задача испытуемых состояла в том, чтобы отмерить указанное количество воды. Ниже приведены два примера:

Проблемы	Вместимость кувшина А	Вместимость кувшина Б	Вместимость кувшина В	Желаемое количество
1	5 чашек	40 чашек	18 чашек	28 чашек
2	21 чашка	127 чашек	3 чашки	100 чашек

Предположим, что у испытуемых есть кран и раковина, чтобы они могли наполнять кувшины и опорожнять их. Сначала кувшины пусты. Испытуемым разрешено наливать только полные кувшины воды, освобождать их полностью и переливать воду из одного кувшина в другой. В первой проблеме испытуемым говорят, что у них есть три кувшина – кувшин А вместимостью 5 чашек, кувшин Б вместимостью 40 чашек и кувшин В вместимостью 18 чашек. Чтобы решить эту проблему, испытуемым нужно наполнить кувшин А и перелить из него воду в кувшин Б, снова наполнить его и перелить воду в кувшин Б, наполнить кувшин В и перелить воду в кувшин Б. Решение этой проблемы обозначается так: 2А+В. Решение второй проблемы состоит в том, чтобы сначала наполнить кувшин Б 127 чашками воды; наполнить кувшин А из кувшина Б, чтобы в кувшине Б осталось 106 чашек; наполнить кувшин В из кувшина Б, чтобы в кувшине Б осталось 103 чашки; опорожнить кувшин В; заполнить кувшин В снова из кувшина Б, и будет достигнута цель – в кувшине В будет 100 чашек воды. Решение этой проблемы можно обозначить так: Б–А–2В. Первое решение называется решением с помо-

щью сложения, потому что оно включает в себя сложение содержимого кувшинов; второе решение называется решением с помощью вычитания, потому что это включает в себя вычитание содержимого одного кувшина из другого. Лучинс изучал влияние решения испытуемыми ряда задач, все из которых могли быть решены сложением. Это создавало «установку на сложение», имея которую испытуемые решали новые задачи на сложение быстрее, чем испытуемые контрольной группы, которые не имели никакой тренировки и решали задачи на вычитание медленнее.

Таблица 8.3

Проблема кувшинов с водой по Лучинсу (Luchins, 1942)

Проблема	Вместимость кувшина А	Вместимость кувшина Б	Вместимость кувшина В	Желаемое количество
1	21	127	3	100
2	14	163	25	99
3	18	43	10	5
4	9	42	6	21
5	20	59	4	31
6	23	49	3	20
7	15	39	3	18
8	28	76	3	25
9	18	48	4	22
10	14	36	8	6

Примечание: Объем воды указан в чашках.

Влияние установки, демонстрацией которого прославился Лучинс, называется эффектом *Einstellung* (*нем.*), или механизацией мышления, которая проиллюстрирована последовательностью проблем в табл. 8.3. Испытуемым давали эти проблемы в указанном порядке и требовали найти решение для каждой из них. Отвлекитесь от чтения этого учебника и попробуйте решить каждую проблему.

Все проблемы, кроме 8-й, могут быть решены с использованием метода Б–2В–А (т. е. наполнить кувшин В, дважды наполнить из кувшина Б кувшин В и один раз наполнить из кувшина Б кувшин А). Для проблем с первой по пятую это решение является самым простым, но для проблем 7 и 9 также подходит более простое решение А+В. Проблема 8 не может быть решена методом Б–2В–А, но может быть решена более простым способом А–В. Проблемы 6 и 10 также решаются более простым способом А–В. Из испытуемых Лучинса, которые получили весь набор из десяти проблем, 83 % использовали метод Б–2В–А для проблем 6 и 7, 64 % не сумели решить проблему 8, а 79 % использовали метод Б–2В–А для проблем 9 и 10. Результаты испытуемых, которым были даны все десять проблем, сравнивались с результатами испытуемых из контрольной группы, которые видели только последние пять проблем. Эти испытуемые из контрольной группы не видели проблем, которые решаются методом Б–2В–А. Менее чем 1 % испытуемых из контрольной группы использовали метод Б–2В–А, и только 5 % не сумели решить про-

блему 8. Таким образом, первые пять проблем могут оказывать мощное отклоняющее влияние на отдельное решение. Это отклоняющее влияние препятствует решению проблем с 6-й по 10-ю. Хотя это влияние весьма впечатляет, оно относительно слабое, чтобы полностью устранить когнитивный контроль. Лучинс обнаружил, что, если просто предупреждать испытуемых словами «Не будьте слепыми» после проблемы 5, более 50 % из них преодолевают установку на использование метода Б–2В–А.

Другой вид влияния установки при решении проблемы связан с влиянием общих семантических факторов. Это влияние хорошо показано в эксперименте Сафрена (Safren, 1962) на решение задач с использованием анаграмм. Сафрен предъявлял испытуемым списки типа следующего, в котором каждый набор букв нужно было упорядочить, чтобы получилось слово:

*Kmli graus teews recma foefce ikrdn

Это пример организованного списка, в котором все слова связаны с питьем кофе. Сафрен сравнивал время на решение проблемы для организованных списков типа этого с временем для неорганизованных списков. Среднее время решения было равно 12,2 с для анаграмм из неорганизованных списков и 7,4 с для анаграмм из организованных списков. Вероятно, улучшение результатов для организованных списков произошло потому, что при выполнении первых задач из списка возникли ассоциации, облегчившие работу со словами из конца списка. Обратите внимание, что эксперимент с использованием анаграмм отличается от эксперимента с использованием кувшинов с водой тем, что в нем не усиливается никакая отдельная процедура. Скорее, усиливается часть фактического (декларативного) знания испытуемых о написании ассоциативно связанных слов.

Вообще, влияние установки имеет место, когда некоторые структуры знаний становятся более доступными за счет других. Эти структуры знаний могут быть либо процедурами, как в проблеме кувшинов с водой, либо декларативной информацией, как в проблеме с анаграммами. Если доступное знание является именно тем, что нужно испытуемым для решения проблемы, их решение проблемы будет облегчено. Если доступное знание не нужно для решения проблемы, решение будет затруднено. Нужно понимать, что влияние установки иногда может легко рассеиваться (как в случае с инструкцией Лучинса «Не будьте слепыми»). Если вы обнаруживаете, что увязли в проблеме, и продолжаете использовать однотипные неудачные подходы, часто полезно заставить себя отступить, изменить установку и опробовать другой тип решения.

Влияние установки проявляется в случаях, когда становится более доступным знание, релевантное конкретному типу решения проблемы.

Чувствительность к успешности операторов решения проблем

Влияние установки, подобное наблюдавшемуся в экспериментах Лучинса с использованием проблемы кувшинов с водой, показывает, что испытуемые склонны выполнить те же действия, которые были успешны в прошлом. Ловетт (Lovett, 1998) изучала, как эта тенденция взаимодействует с другими факторами, такими

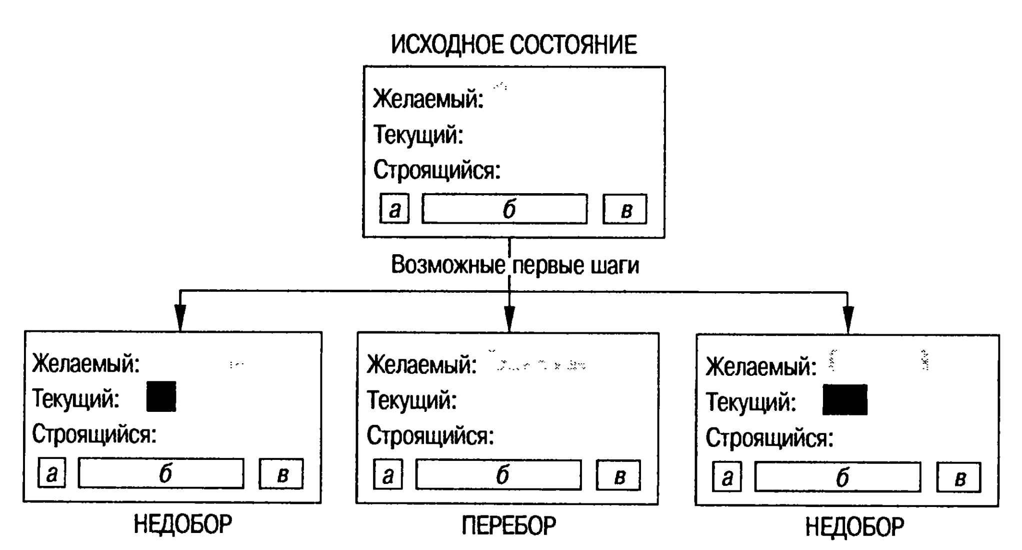


Рис. 8.13. Начальное состояние (вверху) и три возможных первых шага (внизу) для решения проблемы в задаче с брусками

как восхождение на холм. Она использовала проблему со «строительными брусками», подобную показанной на рис. 8.13. Испытуемым предоставляли неограниченное количество брусков трех типов, различающихся по длине (*а*, *б* и *в*), и сообщали, что их цель состоит в том, чтобы создать брусок заданной длины. Есть две основные стратегии, которые они могут выбрать, — они могут начать либо с бруска меньшего размера (*а* или *в*) по сравнению с заданной длиной и добавлять бруски (как при стратегии сложения в эксперименте Лучинса с кувшинами с водой), либо с бруска, который слишком длинный (брусок *б*) и «отпиливать» куски, равные по длине другим брускам, пока они не достигнут желаемой длины (как при стратегии вычитания). Первая стратегия называется стратегией недобора, а вторая — стратегией перебора. На рис. 8.13 показаны три первых выбора, которые могут сделать испытуемые в начале решения проблемы: два выбора типа недобора и один выбор типа перебора. Испытуемые обнаруживают выраженную тенденцию использовать принцип восхождения на холм и выбирают в качестве первого бруска тот, который наиболее приблизит их к бруску заданной длины. Так, в примере на рис. 8.13 они обычно будут выбирать стратегию перебора, так как получающийся брусок приближает их к желаемой цели.

В этих проблемах работает только один из двух операторов (перебор или недобор), и испытуемые не могут получить брусок желаемой длины с помощью другого оператора. Ловетт позволяла испытуемым получить опыт, где либо оператор, связанный с перебором, решал 83 % проблем, либо оператор, связанный с недобором, решал 83 % проблем. На рис. 8.14 показан процент случаев использования более успешного оператора как функция отклоняющего влияния проблемы. Отклоняющее влияние проблемы выражается в том, испытуемый выбирает оператора, который приблизит его к целевой проблеме. График, отмеченный нулем, показывает выбор испытуемых в начале эксперимента перед решением какой-либо

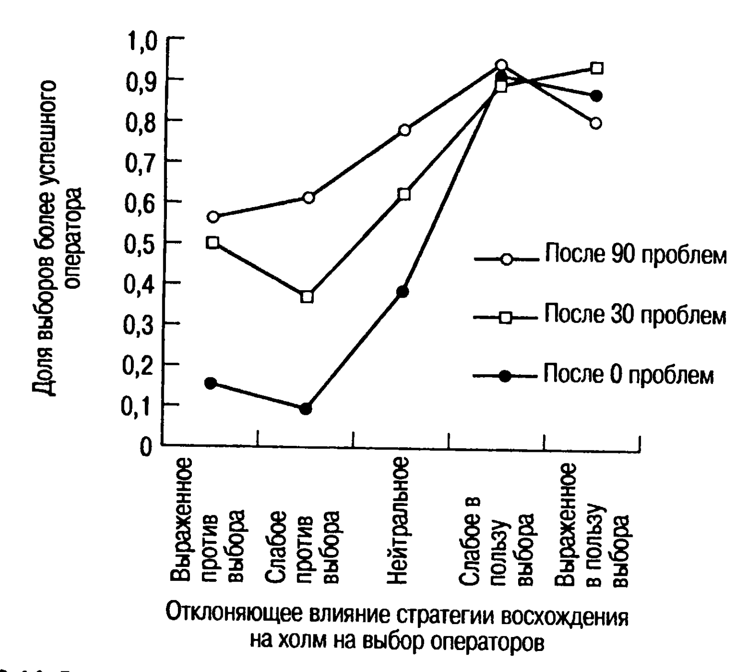


Рис. 8.14. Доля выборов, сделанных при решении проблем, как функция типа тестового задания (отмеченного на оси абсцисс) и количества опыта решения задачи. Испытуемых тестировали перед решением проблем, после решения 30 проблем и после решения 90 проблем

проблемы. Испытуемые обнаруживают выраженную тенденцию к стратегии восхождения на холм и склонны выбирать оператор, который приближает их к цели. Но по мере того как они узнают, какой оператор более успешен, они используют его все чаще; графики, помеченные числами 30 (после решения 30 проблем) и 90 (после решения 90 проблем), показывают, что эта успешная стратегия используется все чаще. Первоначально, при решении проблем, где менее успешный оператор приближает их к цели, испытуемые использовали более успешный оператор только в 10 % случаев, но к концу эксперимента они использовали более успешный оператор в 60 % случаев при решении этих проблем.

Ловетт также обнаружила, что испытуемые чувствительны к их недавнему опыту. Так, даже если один оператор решил большинство проблем в эксперименте, испытуемые будут часто переключаться на другой оператор, если они решали проблему двух веревок, когда он был наиболее успешным. Ловетт утверждает, что это отклоняющее влияние дает людям возможность быстро решить проблемы. В реальной жизни такое влияние установки обычно помогает людям решить проблемы, потому что обычно то, что работало в недавнем прошлом, будет работать и в будущем. Ситуации, подобные проблеме кувшинов с водой Лучинса, в которых эти отклоняющие влияния вредят испытуемым, являются исключениями, созданными в лаборатории.

У людей формируется предрасположенность выбирать операторы решения проблем, которые недавно работали.

Влияние инкубации

При решении проблем люди часто сообщают, что после неудачной попытки решения проблемы они могут отложить проблему на несколько часов, дней или недель и затем, после возвращения к ней, быстро найти решение. Известный французский математик Пуанкаре (Poincare, 1929) приводит многочисленные примеры этого паттерна, включая следующий.

> Затем я занялся исследованием некоторых арифметических вопросов, явно без большого успеха и не подозревая об их связи с моими предшествующими исследованиями. Чувствуя досаду в связи с моей неудачей, я поехал на несколько дней к морю и думал о чем-то другом. Однажды утром, когда я прогуливался по берегу, ко мне неожиданно пришла отчетливая мысль, что арифметические преобразования неопределенных тернарных квадратных форм были идентичны таковым в неэвклидовой геометрии.

Такие явления называются *эффектом инкубации*. Эффект инкубации хорошо продемонстрирован в эксперименте Сильвейры (Silveira, 1971). Проблема, которую она поставила перед испытуемыми, называется проблемой дешевого ожерелья. Она показана на рис. 8.15. Испытуемым давали следующие инструкции.

> Вам дают четыре отдельные части цепи, каждая из которых состоит из грех звеньев. Чтобы разомкнуть звено, нужно уплатить 2 цента, а чтобы замкнуть — 3 цента. В начале решения проблемы все звенья замкнуты. Ваша цель состоит в том, чтобы соединить все 12 звеньев цепи в круг, потратив не более 15 центов.

Попробуйте решить эту проблему самостоятельно. (Решение дано в конце этой главы.) Сильвейра тестировала три группы. Контрольная группа решала проблему в течение половины часа; 55 % этих испытуемых решили проблему. Для одной экспериментальной группы их полчаса, потраченные на проблему, прерывались получасовым перерывом, во время которого они выполняли другие действия; 64 % этих испытуемых решили проблему. Третья группа имела 4-часовой перерыв; 85 % этих испытуемых решили проблему. Сильвейра требовала, чтобы при решении проблемы с дешевым ожерельем испытуемые говорили вслух. Она обнаружи-

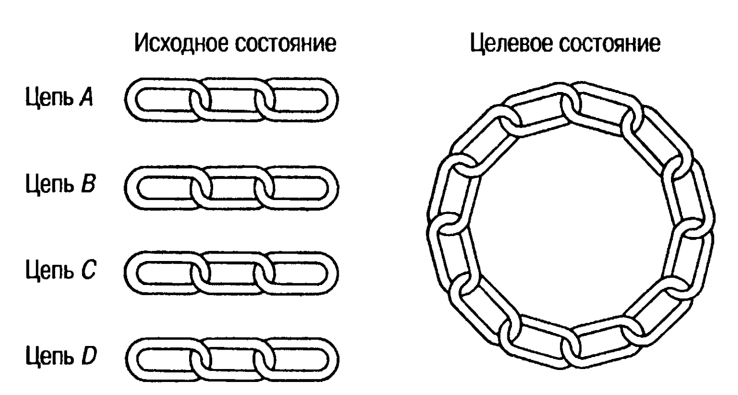


Рис. 8.15. Проблема с дешевым ожерельем (рис. 4.5 из книги: W. A. Wickelgren, *How to solve problems*. W. H. Freeman and Company. © 1974)

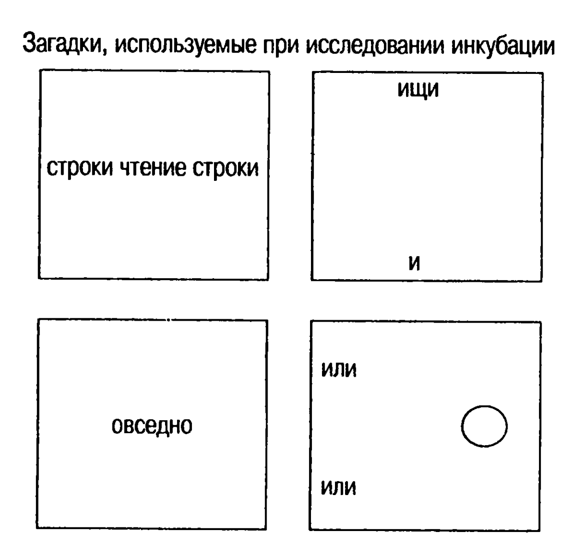


Рис. 8.16. Испытуемые должны были разгадать, какая знакомая фраза представлена на каждой картинке. Например, первая картинка представляет фразу «чтение между строк»; вторая представляет фразу «ищи вверху и внизу»; третья представляет фразу «все в одном»; четвертая представляет фразу «двойное или ничего» (по материалам: Smith & Blakenship, 1989, 1991)

ла, что испытуемые не возвращались к решению проблем с готовыми решениями. Скорее, они пытались решать проблему практически тем же способом. Эти данные свидетельствуют против распространенного ошибочного мнения, что люди подсознательно решают проблему в период, когда отвлекаются от проблемы.

Лучше всего объяснять эффект инкубации, связывая его с влиянием установки. В ходе первых попыток решить проблему испытуемые заставляют себя определенным образом обдумывать проблему и используют определенные структуры знания. Если эта начальная установка подходит, испытуемые решают проблему. Но если начальная установка не подходит, испытуемые будут придерживаться неподходящей процедуры. При отвлечении от решения проблемы активация несоответствующих структур знаний снижается, и испытуемые могут использовать новый подход к решению проблемы.

Основная идея состоит в том, что эффект инкубации имеет место потому, что люди «забывают» неподходящие способы решения проблем. Смит и Блейкеншип (Smith & Blakenship, 1989, 1991) проверили эту гипотезу. Они предлагали испытуемым решать проблемы, подобные показанным на рис. 8.16. Они дали половине испытуемых, образующих группу фиксации, примеры несоответствующих способов решения проблемы. Так, в связи с третьей проблемой они просили испытуемых думать о химикатах. Таким образом, они преднамеренно вызвали неправильные установки в условии фиксации. Неудивительно, что испытуемые из группы фиксации решали меньше проблем, чем испытуемые из контрольной группы. Но возникал интересный вопрос: в какой степени на две эти группы испытуемых влияет инкубация. По половине испытуемых из группы фиксации и контрольной группы работали над решением проблем в течение определенного периода без пере-

рывов, тогда как другая половина каждой из групп имела инкубационный период в середине решения проблемы. Испытуемые из группы фиксации обнаружили значительное благотворное влияние инкубационного периода. Таким образом, Смит и Блейкеншип смогли обнаружить большее влияние инкубации у испытуемых, которые начинали решать проблему неподходящими способами. Кроме того, когда они спрашивали испытуемых из группы фиксации, какова была подсказка, они обнаружили, что большинство испытуемых с инкубационным периодом забыли, какова была неподходящая подсказка.

Эффект инкубации имеет место, когда испытуемые забывают неподходящие стратегии, которые они использовали для решения проблемы.

Инсайт

Обычное заблуждение, связанное с научением и решением проблем, заключается в том, что существуют волшебные моменты понимания, когда все становится на свои места и мы внезапно видим решение. Это называется чувством «ага!», и многие из нас могут сообщить, что мы произносим именно это восклицание после длительных раздумий над проблемой, которую внезапно решили. Проблемы инкубации, обсуждавшиеся в предыдущем разделе, являются одним из типов проблем, которые использовались, чтобы привести доводы в пользу такой роли инсайта. Основная мысль состоит в том, что в течение периодов инкубации подсознание вырабатывает инсайт. Но, как мы видели, на самом деле испытуемые просто отбрасывают неэффективные способы решения проблем.

Меткалф и Уиб (Metcalfe & Wiebe, 1987) придумали интересный способ выявления проблем, решаемых в результате инсайта. Среди использовавшихся ими проблем, требующих инсайта, имелись проблемы, подобные проблеме с дешевым ожерельем. Их проблемы, не требующие инсайта, решались в результате последовательности шагов, как проблема ханойской башни (см. рис. 8.8). Они просили испытуемых каждые 15 с оценивать, как близко, по их мнению, они находились к решению. За 15 с до того, как испытуемые решали проблему, не требующую инсайта, они были уверены, что они близки к решению. Напротив, при решении проблем, требующих инсайта, испытуемые не имели представления о том, были ли они близки к решению, даже за 15 с до того, как они фактически решили проблему. Меткалф и Уиб предлагают, чтобы мы использовали это различие для определения проблем, требующих инсайта. То есть проблема требует инсайта, когда люди не сознают, что они близки к решению.

Это определение, казалось бы, соответствует представлению о том, что решение приходит моментально. Но Меткалф и Уиб всего лишь показали, что испытуемые не знали, когда они были близки к решению в проблеме понимания. Они не показали, что решение приходит в одно мгновение. Каплан и Саймон (Kaplan & Simon, 1990) изучали испытуемых, решающих показанную на рис. 8.10 проблему поврежденной шахматной доски, которая является еще одной проблемой, требующей инсайта. Они обнаружили, что некоторые испытуемые сразу замечали особенности, являющиеся ключевыми для решения проблемы, например, что домино закрывает по одному квадрату каждого цвета. Но иногда испытуемые не оценивали эту особенность как важную и пытались применить другие методы решения,

возвращаясь к этой особенности позже. Таким образом, нельзя сказать, что решение проблемы, требующей инсайта, не может происходить по частям; скорее, испытуемые не понимают, какие части являются ключевыми, пока не увидят окончательного решения. Это напоминает мне случай, когда я пытался выбраться из лабиринта, лишенный каких-либо подсказок о том, где был выход. Я искал выход очень долго, был расстроен и сомневался, что вообще выберусь оттуда, но затем я сделал еще один поворот и обнаружил выход. Я полагаю, что я даже воскликнул «ага!». Я не разгадал лабиринт за один поворот; я просто не понимал, который поворот приводит к решению, пока не сделал тот заключительный поворот.

Иногда для решения проблем, требующих инсайта, нужен лишь единственный шаг (или поворот), и вопрос только в обнаружении этого шага. Трудно найти именно этот шаг, и эта задача немного напоминает попытку найти иголку в стоге сена. Вот пример такой проблемы:

> Что больше Бога, злее дьявола, бедные это имеют, богатые этого хотят, а если вы это съедите, то умрете.

Как сообщают, это проблема, которую школьники решают быстрее, чем студенты колледжа. Если это действительно так, это объясняется тем, что они рассматривают меньшее количество возможных ответов.

Проблемы, требующие инсайта, – это те, при решении которых человек не может осознать, когда он близок к решению.

Выводы

Эта глава была построена вокруг модели Ньюэлла и Саймона, описывающей решение проблем как поиск в пространстве состояний, определенном операторами. Мы рассматривали успех при решении проблем, как определяющийся доступными операторами и методами, используемыми для ведения поиска. Этот анализ прежде всего распространяется на проблемы, решаемые впервые, будь то затруднения Султана (рис. 8.1) или сложности, возникающие у людей, когда им впервые дают проблему ханойской башни (рис. 8.8). Следующая глава будет посвящена рассмотрению других факторов, которые начинают действовать при повторном решении проблемы.

Замечания и рекомендуемая литература

Ньюэлл и Саймон (Newell & Simon, 1972) – классическое справочное пособие по решению проблем. Очень детальное обсуждение УРЗ можно найти у Эрнста и Ньюэлла (Ernst & Newell, 1969). Недавние работы на аналогии включают в себя книги Гентнера (Gentner, 1989), Хюммеля и Холиоака (Hummel & Holyoak, 1997), а также Кина, Лиджуэя и Даффа (Keane, Ledgeway, & Duff, 1994). Ньюэлл (Newell, 1991) описывает свою теорию создания систем *SOAR*, а Андерсон и Лебьер (Anderson & Lebiere, 1998) описывают теорию создания систем *ACT-R*. В области решения проблем проводится много исследований по искусственному интеллекту. Эти исследования оказали особенно сильное влияние на мышление когнитивных психологов, отчасти из-за усилий Ньюэлла и Саймона. В руководстве Рассела и Нор-

вига (Russell & Norvig, 1995) обсуждается эта тема. Шаллис и Берджесс (Shallice & Burgess, 1991) обсуждают роль префронтальной коры в решении проблем. Ловетт (Lovett, 1998) представляет современное обсуждение влияния установки при решении проблемы.

Приложение

В этой главе было представлено множество проблем без решения. На рис. 8.17 показан кратчайший путь, являющийся более эффективным решением проблемы, чем вариант на рис. 8.2.

Что касается проблемы с 27 яблоками, червь не может добиться успеха. Чтобы понять это, представьте, что яблоки разного цвета и расположены в шахматном порядке — зеленые и красные — в трехмерном паттерне. Если центральное яблоко, из который начинает путь червь, красное, всего имеется 13 красных яблок и 14 зеленых. Каждый раз, когда червь перемещается из одного яблока в другое, меняется цвет яблока. Так как червь начинает с красного яблока, это означает, что он не может достичь больше зеленых яблок, чем красных. Таким образом, он не может побывать во всех 14 зеленых яблоках, если он также побывает в каждом из 13 красных яблок по одному разу.

Решите проблему с дешевым ожерельем на рис. 8.15, разомкнув все три звена в одной цепи (за 6 центов) и затем используя три разомкнутых звена для соединения оставшихся трех цепей (за 9 центов).

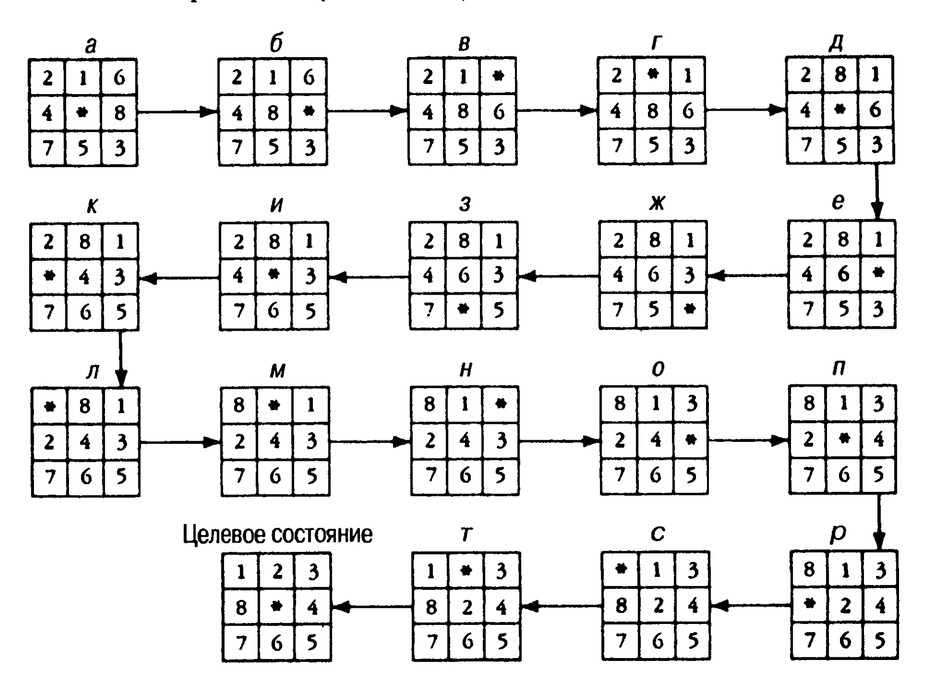


Рис. 8.17. Кратчайший способ решения проблемы с 8 плитками, которая была менее эффективно решена на рис. 8.2

ГЛАВА 9

Развитие компетентности

Хотя может показаться, что мы постоянно сталкивается с новыми проблемами, на самом деле человек часто решает проблемы в тех сферах, которые ему хорошо знакомы. При выполнении таких обычных действий, как говорение, вождение автомобиля или сложение в столбик, наше поведение настолько автоматизировано, что нам трудно осознать, что мы решаем проблемы. Но если посмотреть на новичка — т. е. человека, который пытается разговаривать на незнакомом языке, или находящегося впервые за рулем автомобиля, или на ребенка, изучающего сложение, — можно заметить, что упомянутые операции могут быть трудными и относиться к новым проблемным областям. Именно обширная практика сделала нас относительно компетентными в данных сферах деятельности. Упомянутыми навыками овладевает значительная часть населения. Существуют другие навыки, которыми овладевают лишь некоторые, — например, игра в шахматы, научные исследования, удар битой по мячу в высшей бейсбольной лиге и т. д. Тем не менее в действительности развитие компетентности в таких специфических сферах ничем не отличается от ее развития в общедоступных областях.

Уильям Дж. Чейз, сотрудник Университета Карнеги-Меллона, был одним из наших экспертов по компетентности. Он вывел две формулы, которые во многом резюмируют природу компетентности и ее развития:

- Не поработаешь — не заработаешь.
- Человек показывает себя, когда двигаться к цели становится труднее

Первая формула отражает тот факт, что ни один человек не может развить компетентность без усердной работы. Джон Р. Хейз (Hayes, 1985), другой сотрудник Университета Карнеги-Меллона, изучил личности гениев в области музыки, научной деятельности и шахмат. Он обнаружил, что ни один ни них не достиг в своей работе уровня гениальности, не имея по крайней мере 10 лет практики. Вторая формула Чейза говорит о том, что разница между относительными новичками и относительными экспертами увеличивается по мере усложнения задачи. Например, многие люди, даже если они и проигрывают, могут показывать неплохую игру в шахматы, когда им дают неограниченное время на обдумывание хода. Хотя, если любителя заставить участвовать в блицтурнире, где на ход выделяется 5 с, он с позором проиграет.

В главе 8 сделан обзор основных принципов решения проблем, особенно в новых сферах. Это исследование заложило основу для анализа развития компетентности при решении проблем. Изучение компетентности — одно из главных достижений когнитивной науки за последнюю четверть века. Оно особенно важно, так как может внести важный вклад в обучение техническим или формальным навыкам в сфере математики, науки и техники, о чем еще будет сказано в конце главы.

Эта глава начинается с обзора главных характеристик развития компетентности в отдельно взятом навыке. После этого мы рассмотрим факторы, которые могут лежать в основе развития компетентности. Затем мы перейдем к спорному вопросу о том, как навык может переходить из одной сферы в другую. Наконец, мы обсудим значение этого исследования для обучения в различных областях.

В результате тренировки мы повышаем уровень нашей компетентности, что особенно важно при решении насущных проблем.

Общие характеристики приобретения навыков

Три стадии приобретения навыков

Обычно выделяют три стадии в развитии навыков (Anderson, 1983; Fitts & Posner, 1967). Фитц и Познер называют первую стадию *когнитивной стадией*. На этой стадии испытуемые осуществляют декларативное кодирование навыка (см. различие между декларативными и процедурными репрезентациями в начале главы 8), т. е. запоминают набор фактов, релевантных навыку. Обучающиеся обычно повторяют эти факты, когда впервые выполняют какое-то действие. Например, когда я учился переключать передачи в автомобиле с обычной коробкой передач, я запоминал расположение передач (например, «вверху, слева»), а также правильную последовательность выжимания сцепления и включения скорости. Я все время повторял эту информацию, пока вырабатывал навык.

Ставшая мне известной информация о расположении и назначении передач образовала набор операторов решения проблем для вождения автомобиля. Например, если я хотел дать задний ход, для этого существовал оператор, состоящий в перемещении рычага влево и вверх. Несмотря на то что я однозначно знал, что нужно делать дальше, едва ли можно было считать мое вождение идеальным. Я использовал эти знания слишком медленно, потому что они все еще существовали в декларативной форме. Мне нужно было вспоминать определенные факты и увязывать их с решением моей проблемы. У меня не было знаний в процедурной форме.

Вторая стадия приобретения навыков называется *ассоциативной стадией*. На этой стадии происходят две главные вещи. Во-первых, постепенно обнаруживаются и устраняются ошибки в исходном понимании проблемы. Так, я медленно учился отпускать сцепление и нажимать на газ на первой скорости так, чтобы не заглушить двигатель. Во-вторых, усилилась связь между различными элементами, необходимыми для успешного выполнения действия. Таким образом, мне нужно было лишь несколько секунд, чтобы вспомнить, как переключиться с первой скорости на вторую. В основном, результатом ассоциативной стадии являет-

ся способность успешно реализовывать навык. Но не всегда процедурная репрезентация знаний сменяет декларативную. Иногда две формы знаний могут сосуществовать, как тогда, когда мы свободно говорим на иностранном языке, но все же удерживаем в памяти множество грамматических правил. Однако именно процедурные, а не декларативные знания определяют умелое выполнение действий.

Процедуры, которые являются результатом ассоциативной стадии, могут быть описаны правилами продукции. Использование правил продукции для представления операторов решения проблем было описано в предыдущей главе. Например, вместо использования общих методов решения проблем для управления декларативными знаниями обучающийся может выработать специальное правило продукции для движения задним ходом.

Если цель — поехать задним ходом,
то подцели будут:

1) выжать сцепление;
2) затем переместить рычаг коробки передач влево и вверх;
3) затем отпустить педаль сцепления;
4) затем нажать на газ.

Третья стадия в стандартной последовательности приобретения навыков — *автономная стадия*. На этой стадии процедура становится все более автоматизированной и быстрой. Понятие автоматизма описывалось в главе 3 в связи с простыми перцептивно-моторными задачами, которые могут становиться настолько автоматическими, что требуют незначительного участия внимания. Более сложные навыки, такие как вождение автомобиля или игра в шахматы, также развиваются постепенно в направлении большей автоматизации. Например, вождение автомобиля может стать настолько автоматическим, что люди могут беседовать, совершенно не думая об обстановке на дороге.

В результате тренировки возрастает скорость и повышается точность действий. Процедуры применяются более быстро и более уместно. Андерсон (Anderson, 1982) и Румельхарт и Норман (Rumelhart & Norman, 1978) называют повышение точности процедур настройкой. Например, рассмотрим наше правило продукции для движения задним ходом. Оно применимо только для машины с трехступенчатой коробкой передач. Процесс настройки приводит к выработке правила продукции, включающего в себя дополнительные тесты на уместность этого действия. Такое правило продукции может быть описано следующим образом.

Если цель — поехать задним ходом,
и есть стандартная трехступенчатая коробка передач,
то подцели будут:

1) выжать сцепление;
2) затем переместить рычаг коробки передач вверх и влево;
3) затем отпустить педаль сцепления;
4) затем нажать на газ.

Существуют три стадии приобретения навыка: когнитивная, ассоциативная, автономная стадия.

Степенной закон научения

В главе 6 показано, как улучшается извлечение из памяти простых ассоциаций в соответствии со степенным законом. Оказывается, что реализация сложных навыков, предполагающих гармоничное функционирование многих простых навыков, также улучшается в соответствии со степенным законом. На рис. 9.1 представлен один из самых известных примеров развития такого навыка. В ходе этого исследования рассматривалось изменение производительности изготовления сигар у рабочих фабрики в течение 10 лет. На графике показано время, затрачиваемое на изготовление сигары, в зависимости от опыта работника. Для того чтобы показать степенную зависимость, используется логарифмический масштаб (как упоминалось в главах 6 и 7, линейная функция в логарифмических координатах представляет степенную функцию в обыкновенных координатах). Данные на этом графике указывают на приблизительно линейную зависимость до пятого года работы, когда улучшение прекращается. Оказывается, что, когда время на изготовление рабочими сигар приближается к времени рабочего цикла механизированного производства, они не могут дальше повышать производительность своего труда. Обычно существует некоторый предел улучшения; данный предел определяется оборудованием, физической силой рабочих, их возрастом и т. п. Но, кроме этих физических условий, ничто не ограничивает развитие навыка. Время, затрачиваемое на когнитивный компонент реализации навыка, при достаточной тренировке стремится к нулю.

Из главы 6 мы знаем, что линейная зависимость между значением логарифма времени выполнения (T) и значением логарифма количества имеющейся практики данного навыка (P) может быть выражена как:

$$log(T)=A-b\ log(P),$$

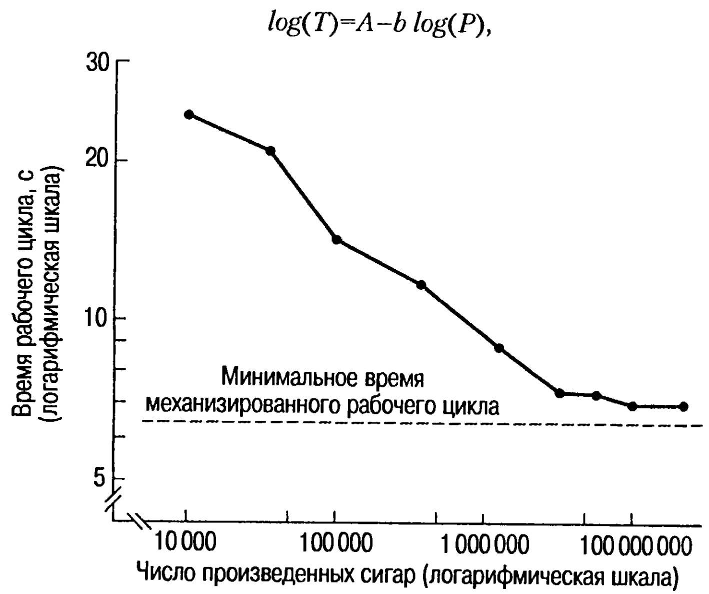


Рис. 9.1. Время, необходимое для производства сигары, как функция от количества имеющегося опыта (Crossman, 1959; воспроизведено с разрешения Taylor & Francis)

откуда путем преобразований получаем:

$$T = aP^{-b},$$

где $a = 10^A$. В главе 6 мы рассматривали такие степенные зависимости при обсуждении памяти (см. рис. 6.10 и 6.11). По существу, для этих функций характерно, что скорость сокращения времени обработки быстро уменьшается с увеличением количества имеющейся практики.

Влияние тренировки также изучалось в областях, подразумевающих решение сложных проблем, таких как доказательства геометрических теорем (Neves & Anderson, 1981). На рис. 9.2 показана функция для данного типа деятельности, как в обычном масштабе, так и в логарифмическом. Подобные функции показывают,

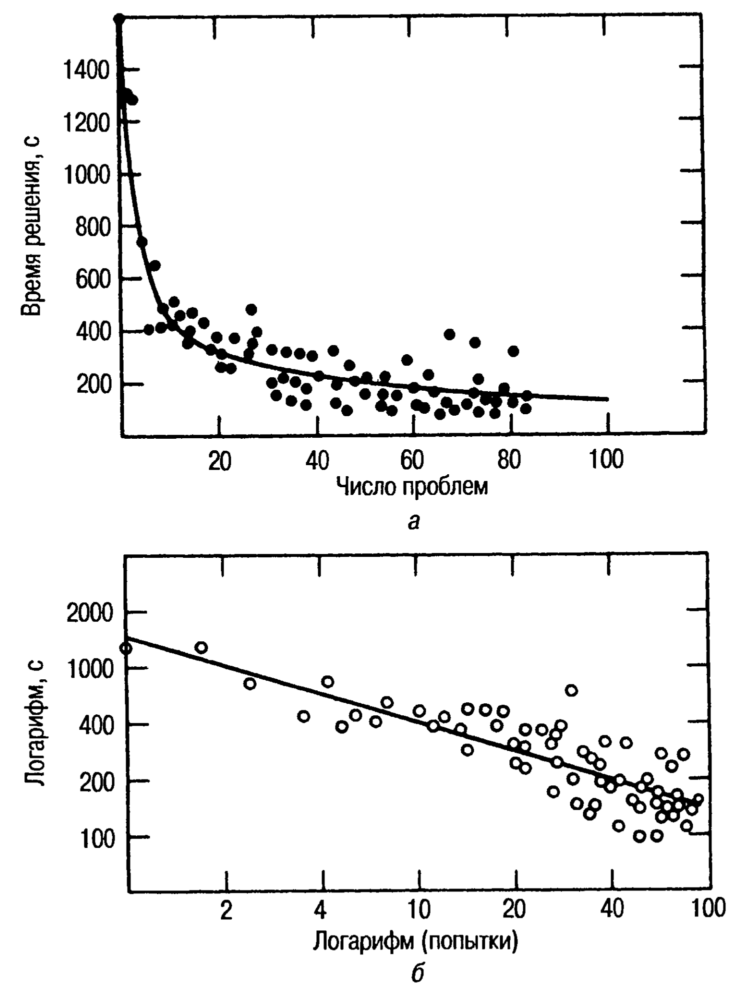


Рис. 9.2. Время, необходимое для доказательства геометрических теорем, как функция от количества уже выполненных доказательств: *а* — функция в обычных координатах, $RT = 1410P^{-55}$; *б* — функция в логарифмических координатах

что положительный эффект дальнейшей тренировки быстро уменьшается, а значит, независимо от того, сколько мы будем иметь практического опыта, польза от дальнейшей тренировки будет незначительной.

Колерс (Kolers, 1979) исследовал процесс приобретения навыка чтения, используя материалы типа, образец которых показан на рис. 9.3. Первый вариант текста — это обычный текст (*N*), а другие варианты — измененные варианты исходного текста. В варианте (*R*) были перевернуты строчки, в варианте (*I*) была перевернута каждая буква, в варианте (*M*) текст — зеркальное отображение первоначального. Остальные варианты являлись комбинациями нескольких типов трансформаций исходного текста. В одном из опытов Колерс исследовал влияние тренировки на чтение текста с перевернутыми буквами (*I*). Испытуемым потребовалось более 16 мин, чтобы прочитать первую страницу текста с перевернутыми буквами, по сравнению с 1,5 мин для обычного текста. После первого теста на скорость чтения испытуемые тренировались на 200 страницах текста с переверну-

N
*Expectations can also mislead us; the unexpected is always hard to
perceive clearly. Sometimes we fail to recognize an object because we

R
*Emerson once said that every man is as lazy as he dares to be. It was the
kind of mistake a New England Puritan might be expected to make. It is

I
*These are but a few of the reasons for believing that a person cannot
be conscious of all his mental processes. Many other reasons can be

M
*Several years ago a professor who teaches psychology at a large
university had to ask his assistant, a young man of great intelligence

rN
*On his first day in topsy-turvy land he was thoroughly disoriented.
His feet were above his head; he had to search for them when he

rR
*A very young child seems to behave as if an object were merely a
visual image that enters and leaves the field of view capriciously.

rI
*Psychology became an experimental science during the closing decades of
the nineteenth century, at a time when European thought was dominated by

rM
elap a no elcric der thgirb a swohs enO .serutcip tnereffid owt enigamI*
.dnuorgkcab yarg a no elcric neerg thgirb a rehto eht ,dnuorgkcab wolley

Рис. 9.3. Примеры измененного текста, использовавшегося Колерсом в его исследованиях развития навыков чтения. Звездочки указывают, откуда начинать чтение (Kolers & Perkins, 1975)

тыми буквами. На рис. 9.4 в логарифмическом масштабе изображен график, отображающий зависимость времени чтения от количества тренировки. На этом графике количество тренировки измеряется числом прочитанных страниц. Изменение скорости чтения под воздействием тренировки показано в виде кривой «Первоначальная тренировка на тексте с перевернутыми буквами». Колерс провел несколько тестов с нормальным текстом, данные этих тестов представлены кривой «Первоначальная тренировка с нормальным текстом». Мы можем видеть то же самое улучшение для текста с перевернутыми буквами, как и на рис. 9.1 и 9.2 (т. е. линейная функция в логарифмическом масштабе). После прочтения 200 страниц испытуемые читали со скоростью одна страница за 1,6 мин, т. е. почти с той же скоростью, что и испытуемые, читавшие нормальный текст.

Спустя год Колерс обратился к участникам первого эксперимента и предложил им снова прочитать текст с перевернутыми буквами. Данные этого эксперимента представлены в виде кривой «Повторная тренировка на тексте с перевернутыми буквами» на рис. 9.4. На этот раз испытуемым потребовалось около 3 мин, чтобы прочитать первую страницу такого текста. По сравнению с 16 мин, затраченными на первую страницу год назад, испытуемые читали текст значительно быстрее, но при этом время, затраченное на чтение, было в два раза больше, чем год назад после прочтения 200 страниц. Очевидно, они что-то забыли. Как видно из графика, улучшение показателей испытуемых во время повторного эксперимента обнару-

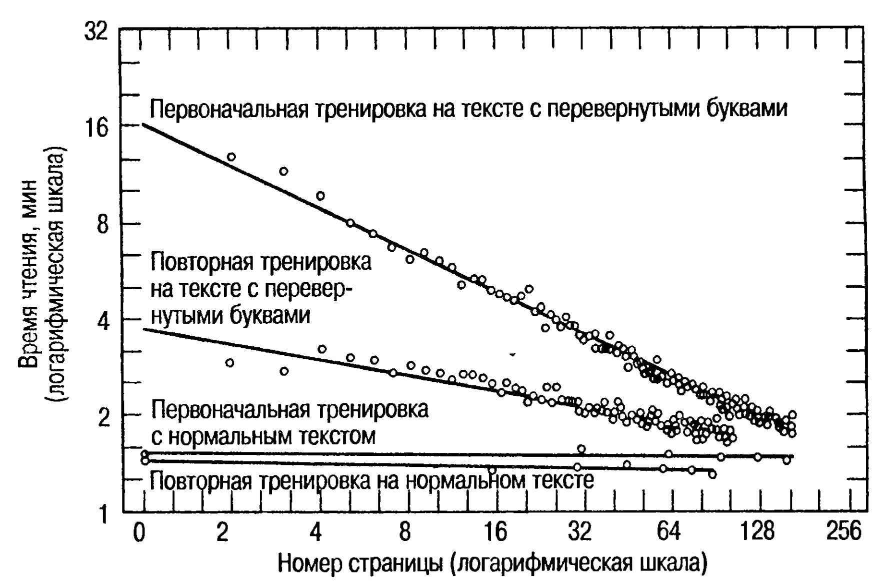


Рис. 9.4. Результаты, показанные в эксперименте Колерса (Kolers, 1976) в двух тестах, разделенных во времени одним годом. Испытуемые упражнялись в чтении 200 страниц текста с перевернутыми буквами перемешанных случайным образом со страницами с нормальным текстом Через год испытуемые упражнялись в чтении 100 страниц текста с перевернутыми буквами, которые снова были перемешаны со страницами с нормальным текстом. Результаты показывают влияние практики на развитие навыка. Время чтения и число прочитанных страниц даны в логарифмическом масштабе (Kolers, 1976; © *American Psychological Association*, воспроизведено с разрешения)

живает логарифмическую зависимость между количеством тренировки и результатом, так же как и в первом эксперименте. Испытуемым потребовалось прочитать 50 страниц, чтобы достичь того же уровня выполнения, которого они первоначально достигли после прочтения 200 страниц. Высокая степень сохранения навыков является их общим свойством. Во многих случаях такие навыки могут сохраняться на протяжении нескольких лет без существенных потерь. Когда, например, кто-то пробует снова встать на лыжи после продолжительного перерыва, навык катания обычно восстанавливается за небольшой период времени до того же уровня, что и прежде (Schmidt, 1988).

Эффективность когнитивных навыков возрастает в зависимости от количества тренировки согласно степенному закону и лишь немного снижается через продолжительные интервалы времени.

Природа компетентности

Мы обсудили в этой главе некоторые феномены, связанные с приобретением навыка. Понимание механизмов, стоящих за этими феноменами, возникло в результате исследования природы компетентности в различных областях деятельности. Начиная с середины 1970-х гг. проводилось множество исследований компетентности в таких областях, как математика, шахматы, программирование и физика. В ходе этих исследований сравнивались люди с разным уровнем развития компетентности. Иногда это были лонгитюдные исследования, в которых прослеживалось развитие компетентности обучающихся с самого начала их деятельности в определенной области. Обычно в таких исследованиях люди распределялись по различным уровням компетентности. Например, исследование компетентности в области медицины могло бы проводиться на студентах, только поступивших в медицинскую школу, на врачах-ординаторах, прикомандированных к клинике для специализации, и на врачах, за спиной которых были многие годы лечебной работы. В этих исследованиях было выявлено, каким образом решение проблемы становится более эффективным с опытом. Ниже мы рассмотрим некоторые аспекты развития компетентности.

Процедурализация

Отмечаются впечатляющие изменения того, в какой степени испытуемые полагаются на декларативное знание в сравнении с процедурным. Это проиллюстрировано в моей работе по развитию компетентности в геометрии (Anderson, 1982). Один студент только что узнал способы доказательства конгруэнтности треугольников по трем сторонам и двум сторонам и углу. Аксиома, касающаяся доказательства по трем сторонам, гласит, что, если три стороны одного треугольника конгруэнтны соответствующим сторонам другого треугольника, треугольники конгруэнтны. Аксиома, касающаяся доказательства по двум сторонам и углу, гласит, что, если две стороны одного треугольника и угол между ними конгруэнтны соответствующим частям другого треугольника, треугольники конгруэнтны. На рис. 9.5 показана первая проблема, которую студент был должен решить. Первое его действие при решении этой проблемы состояло в том, чтобы решить, какую аксиому

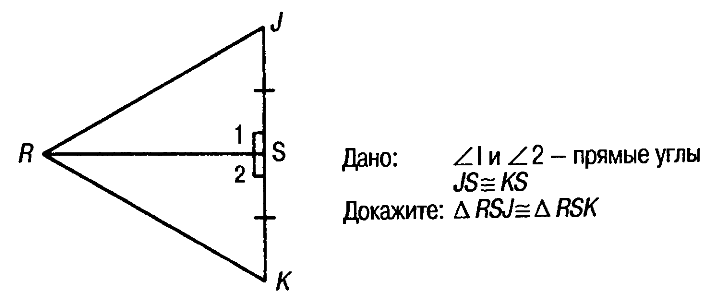


Рис. 9.5. Геометрическая задача, которая первой дается студенту после изучения аксиом о трех сторонах и двух сторонах и угле

использовать. Ниже приведена выдержка из записи его размышлений вслух, в результате которых он остановился на подходящей аксиоме.

> Если посмотреть на аксиому о двух сторонах и угле... (продолжительная пауза), хорошо, стороны *RK* и *RJ* могли бы быть почти... (продолжительная пауза)... здесь не хватает... (продолжительная пауза) ...отсутствующей стороны. Я полагаю, так или иначе аксиома о двух сторонах и угле здесь работает (продолжительная пауза). Посмотрим, о чем в ней говорится: «Две стороны и угол между ними». Что нужно, чтобы у меня были еще две одинаковые стороны? *JS* и *KS* уже есть. В таком случае можно использовать то, что *RS* = *RS*. Тогда можно будет применить аксиому о двух сторонах и угле (продолжительная пауза). Но как использовать то, что угол 1 и угол 2 – прямые углы (продолжительная пауза), подождите, я понимаю, как это сделать (продолжительная пауза). *JS* конгруэнтен *KS* (продолжительная пауза), а с прямыми углами 1 и 2 остается небольшая неясность (продолжительная пауза). Хорошо, о чем там говорится, посмотрим еще раз: «Если две стороны одного треугольника и угол между ними конгруэнтны соответствующим частям». Итак, мне нужно найти две стороны и угол между ними. Таким углом могут быть углы 1 и 2. Я полагаю... (продолжительная пауза) они оба — прямые углы, что означает, что они конгруэнтны друг другу. Одна конгруэнтная сторона — *JS* и *KS*, другая — *RS* и *RS*. Таким образом, две стороны есть. Да, я полагаю, аксиома о двух сторонах и угле здесь подходит.

Достигнув этой точки, студент все еще находится в длительном процессе выведения доказательства, но он все больше осознает релевантность аксиомы о двух сторонах и угле. После решения еще четырех проблем (двух — с помощью аксиомы о двух сторонах и угле и двух с помощью аксиомы о трех сторонах) студент применяет аксиому о двух сторонах и угле для решения задачи, показанной на рис. 9.6. Ниже приведена часть записи рассуждений студента, указывающая на применяемый им метод решения.

> Неожиданно я догадался, что мне делать: угол *DCK* конгруэнтен углу *ABK*, и здесь подходит аксиома о двух сторонах и угле (Anderson, 1982)

Обращают на себя внимание несколько различий между этими двумя протоколами решения задачи. Во-первых, отмечается явное ускорение в применении аксиомы. Во-вторых, в последнем случае отсутствует вербальное повторение формулировки аксиомы. Студент больше не обращается к декларативной репрезентации аксиомы в рабочей памяти. Также обратите внимание, что в первом прото-

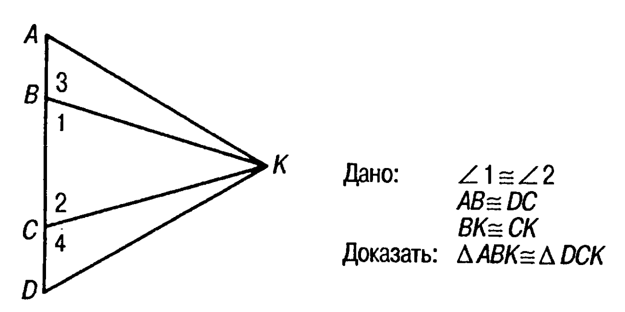


Рис. 9.6. Шестая геометрическая задача, с которой сталкивается студент после изучения аксиом о двух сторонах и угле и о трех сторонах

коле имеется множество сбоев рабочей памяти — моменты, когда студент был должен восстановить информацию, которую он забыл. Третье различие состоит в том, что в первом протоколе студент применяет аксиому по частям, отдельно идентифицируя каждый элемент аксиомы. Этого нет во втором протоколе. По-видимому, аксиома выбирается в результате одного шага.

Эти переходы подобны тем, которые Фитц и Познер охарактеризовали как принадлежащие к ассоциативной стадии приобретения навыка. Студент больше не полагается на вербальное вспоминание аксиомы; он продвинулся к точке, где может просто вспомнить применение аксиомы как паттерн. Мы можем представить эту способность в соответствии со следующим правилом продукции.

Если цель состоит в том, чтобы доказать, что треугольник 1 конгруэнтен треугольнику 2,
и треугольник 1 имеет две стороны и угол между ними,
которые конгруэнтны двум сторонам и углу между ними треугольника 2,

То поставьте подцель доказать, что соответствующие стороны и углы конгруэнтны,
и затем использовать аксиому о двух сторонах и угле,
чтобы доказать, что треугольник 1 конгруэнтен треугольнику 2.

Таким образом, студент преобразовал вербальное или декларативное знание аксиомы в процедурное знание, что воплощено в приведенном выше правиле продукции. Этот процесс преобразования называется *процедурализацией*.

О подобном результате в физике сообщали Свеллер, Моуэр и Уорд (Sweller, Mawer, & Ward, 1983). Эти исследователи изучали развитие компетентности при решении простых кинематических проблем, и их интересовало, как часто испытуемые записывали основные формулы, включающие в себя скорость, расстояние и ускорение, такие ка: $v = at$, где v — это скорость, a — ускорение и t — время. Они обнаружили, что первоначально испытуемые записывали эти формулы, чтобы лучше их помнить, но позже они лишь записывали эти уравнения, заменив некоторые переменные значениями из условия задачи, например $v = 2 \times 10 = 20$. Таким образом, формула лишь подразумевалась при решении проблемы, а не вспоминалась в явном виде.

Процедурализация — это процесс перехода от явного использования декларативного знания к прямому применению процедурного знания.

Тактическое научение

По мере того как студенты тренируются в решении проблем, они научаются выполнять последовательности действий, требующихся для решения проблемы или части проблемы. Научение выполнению таких последовательностей действий называется *тактическим научением*; в этом названии под тактикой имеется в виду метод достижения конкретной цели. Например, Грино (Greeno, 1974) обнаружил, что требуется лишь около четырех попыток решить проблему хоббитов и орков (см. обсуждение рис. 8.5 на с. 250), прежде чем испытуемые могли окончательно решить проблему. Испытуемые заучивали в этом эксперименте последовательность шагов, чтобы переправить существ через реку. Заучив эту последовательность, они могли просто вспоминать ее без дальнейшего поиска.

Логан (Logan, 1988) утверждал, что общий механизм приобретения навыка включает в себя вспоминание прежних решений проблем. Хорошую иллюстрацию этого можно взять из области, называющейся алфавитной арифметикой. Она включает в себя решение проблем типа *F*+3, в которых испытуемые должны назвать букву, которая стоит в алфавите на данное число букв вперед; так, *F*+3=*I*. Логан и Клапп (Logan & Klapp, 1991) провели эксперимент, в котором они давали испытуемым проблемы, которые включали в себя в качестве второго слагаемого число от двух (например, *C*+2) до пяти (например, *G*+5). На рис. 9.7 показано время, требовавшееся испытуемым на решение этих задач первоначально и после 12 тренировочных занятий. Первоначально испытуемым требовалось на 1,5 с больше на решение задач со вторым слагаемым, равным пяти, чем на решение задач со вторым слагаемым, равным двум, потому что требуется больше времени на отсчет пяти букв алфавита вперед, чем двух. Но проблемы снова и снова решались в ходе занятия. В результате длительной тренировки испытуемые быстрее решали все задачи, достигая точки, где они могли одинаково быстро решить задачи со вторым слагаемым, равным пяти, и задачи со вторым слагаемым, равным двум. Они запомнили ответы на эти задачи и не использовали процедуру решения проблем с помощью подсчета.[1]

Есть данные о том, что при увеличении опыта выполнения задания и переходе от подсчета к вспоминанию активность мозга сдвигается от префронтальной коры к более задним областям коры. Например, Дженкинс и коллеги (Jenkins et al., 1994) изучали испытуемых, которые заучивали различные последовательности нажатий пальцев, например «безымянный, указательный, средний, мизинец, средний, указательный, безымянный, указательный». Они сравнивали испытуемых, впервые заучивающих эти последовательности, с испытуемыми, имеющими опыт заучивания таких последовательностей. Они использовали метод ПЭТ и обнаружили, что в начале заучивания в лобных областях отмечалась бóльшая активация, чем ближе к концу заучивания. Эта активация в начале заучивания отмечалась в передней поясной извилине, являющейся фактически медиальной лобной структурой («медиальной» означает, что она не находится на поверхности коры, а яв-

---

[1] Рабиновиц и Голдберг (Rabinowitz & Goldberg, 1995) сообщают об исследовании, в котором были сделаны такие же выводы. — *Примеч. авт.*

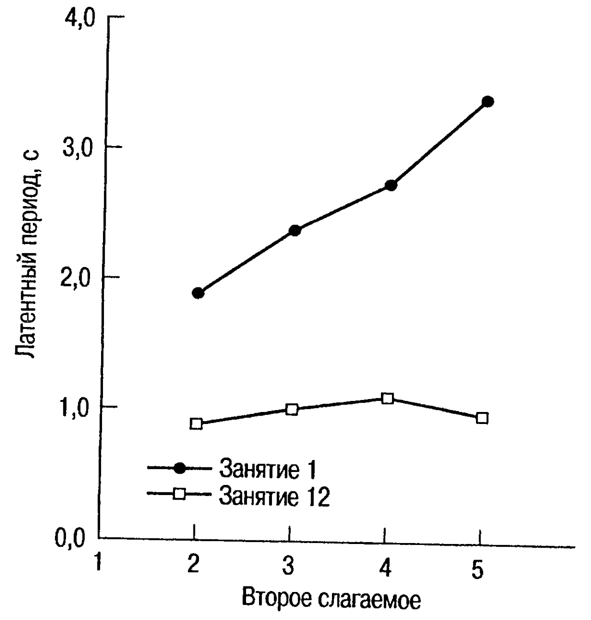


Рис. 9.7. После двенадцати занятий испытуемые тратили значительно меньше времени на решение алфавитно-арифметических задач со вторыми слагаемыми, имеющими разное значение (Logan & Klapp, 1991)

ляется корковой структурой, лежащей под лобной корой). Они также обнаружили бо́льшую активацию в начале заучивания в мозжечке, структуре, ответственной за моторное научение. С другой стороны, позже отмечается увеличение активации в гиппокампе, структуре, связанной с памятью. Как мы отметили в главе 1, мы обнаружили подобные результаты с помощью ФОМР, изучая намного более сложные задачи на решение проблем. Такие результаты согласуются с мнением о том, что в начале решения задачи наблюдается активация в префронтальной коре, ответственной за организацию поведения, но далее в процессе научения испытуемые просто вспоминают ответы из памяти. Таким образом, эти нейрофизиологические данные согласуются с предположением Логана.

Тактическое научение – это процесс, в ходе которого люди обучаются определенным процедурам для решения определенных проблем.

Стратегическое научение

Предшествующий подраздел касался того, как студенты обучаются тактическим приемам, запоминая последовательности действий, необходимых для решения проблем. Многие небольшие проблемы повторяются настолько часто, что мы можем решать их подобным образом. Но когда проблемы становятся большими и сложными, они не повторяются в точности, но все же имеют подобные структуры, и можно научиться, как организовать решение всей проблемы. Обучение организации решения проблемы называется *стратегическим научением*. Одна из наибо-

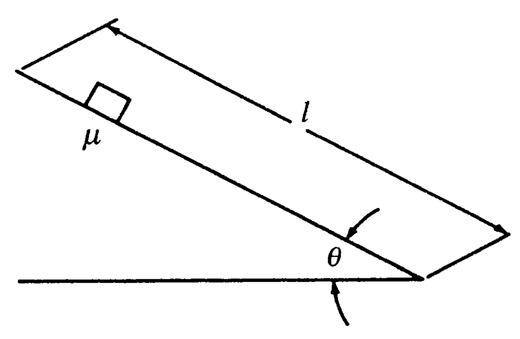


Рис. 9.8. Пример задачи по физике (Larkin, 1981)

лее ярких демонстраций таких стратегических изменений была проведена в области решения физических задач. Ларкин (Larkin, 1981) сравнивала решения проблем, подобных показанной на рис. 9.8, у новичков и экспертов. Блок сползает вниз по наклонной плоскости длиной l, где θ — угол между плоскостью и горизонтальной линией. Коэффициент трения равен μ. Задача испытуемого состоит в том, чтобы обнаружить скорость блока, когда он достигнет основания плоскости. В табл. 9.1 показано типичное решение проблемы новичком, тогда как в табл. 9.2 показано типичное решение эксперта.

Таблица 9.1

Типичное решение задачи по физике новичком

Чтобы найти желаемую скорость v, требуется формула, включающая в себя v, например

$$v = v_0 + 2at.$$

Но a и t — неизвестные, поэтому положение кажется безнадежным. Тогда попробуйте следующее уравнение

$$v^2 - v_0^2 = 2ax.$$

В этом уравнении v_0 равно нулю и x известно, так что остается найти a. Поэтому попробуйте

$$F = ma.$$

В этом уравнении m дано и лишь F неизвестно, поэтому используйте

$$F = \Sigma F's,$$

которое в данном случае означает

$$F = F_g'' - f,$$

где F_g'' и f могут быть найдены из

$$F_g'' = mg\sin\theta,$$
$$f = \mu N,$$
$$N = mg\cos\theta.$$

Путем различных подстановок можно найти правильное выражение скорости

$$v = \sqrt{2(g\sin\theta - \mu g\cos\theta)l}.$$

Адаптировано из: Larkin, 1981.

Таблица 9.2

Правильное решение задачи по физики

Движение блока объясняется действием силы гравитации,

$$F_g" = mg\sin\theta,$$

направленной вниз по поверхности, и силы трения,

$$f = \mu mg\cos\theta,$$

направленной вверх по поверхности. Ускорение блока a, таким образом, связано с суммой этих сил

$$F = ma$$

или

$$mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma.$$

Зная ускорение a, можно найти конечную скорость блока v из отношений

$$l = \tfrac{1}{2}at^2$$

и

$$v = at.$$

Адаптировано из: Larkin, 1981.

Решение новичка служит типичным примером метода рассуждения в обратном направлении, начинающегося с неизвестной величины, которой в этом случае является скорость v. Затем новичок находит уравнение для вычисления v. Но чтобы вычислить v с помощью этого уравнения, необходимо вычислить ускорение a. Таким образом, находится уравнение, включающее в себя a, и новичок следует по цепочке назад, пока не найдет набор уравнений, который позволяет решить проблему.

Эксперт, в свою очередь, использует подобные уравнения, но в совершенно противоположном порядке. Эксперт начинает с величин, которые могут быть непосредственно вычислены, таких как силы гравитации, и продвигается к желаемой скорости. Также очевидно, что эксперт в своих рассуждениях немного похож на преподавателя физики, который предлагает сделать заключительные замены студентам.

Ларкин показала, что при решении таких проблем эксперты и новички обычно применяют принципы физики в прямо противоположном порядке. Она построила компьютерную модель, которая может моделировать превращение новичка в эксперта в результате тренировки. Эта модель была создана в рамках концепции систем продукции. Новички начинают с правил продукции для умозаключений в обратном порядке и медленно развивают правила продукции для получения умозаключений, приближающих к цели. Студентов-новичков можно моделировать с помощью правил продукции, основанных на анализе средств и целей, подобном следующему.

Если цель состоит в том, чтобы найти значение x
и имеется физический закон, который включает в себя x,
то попробуй использовать этот закон, чтобы вычислить x.

Поэтому, учитывая цель вычисления ускорения a, это правило продукции может предполагать использование уравнения $v = v_0 + at$ (скорость равняется началь-

ной скорости плюс ускорение, умноженное на время). Однако компьютерная модель Ларкин развила правила продукции, которые моделировали компетентных студентов на основе их опыта:

Если значения v, v_0 и t известны,
то можно вычислить ускорение a.

Подобный переход от обратного рассуждения к прямому также происходит в множестве других областей, таких как доказательство теорем в геометрии. Имеются реальные преимущества прямого рассуждения в таких областях, как геометрия и физика. Обратное рассуждение включает в себя постановку целей и подцелей и их отслеживание. Например, студент должен помнить, что он вычисляет F так, чтобы можно было вычислить a и, следовательно, v. Это создает серьезные нагрузки для рабочей памяти и может вести к ошибкам. Прямое рассуждение устраняет необходимость отслеживать подцели. Но чтобы прямое рассуждение было успешным, нужно знать, которое из многих возможных прямых умозаключений релевантно окончательному решению. Именно этому учится эксперт с опытом. Он учится связывать различные умозаключения с различными паттернами особенностей проблем.

Этот переход от обратного к прямому решению проблем наблюдается не во всех областях. Хороший противоположный пример — компьютерное программирование (Anderson, Farrell, & Sauers, 1984; Jeffries, Turner, Poison, & Atwood, 1981). И новички и опытные программисты создают программы так называемым нисходящим способом; т. е. они работают от формулировки проблемы к подпроблемам, затем к подподпроблемам и т. д., пока не решат проблему. Например, на рис. 9.9 показана часть разработки плана программы вычисления разницы среднего роста мальчиков и девочек в классе. Сначала проблема разбивается на подпроблемы 1) вычисления среднего роста мальчиков, 2) вычисления среднего роста девочек и 3) вычитания одного из другого. Проблема вычисления среднего роста мальчиков разделена на цели сложения роста и деления на число мальчиков. Так продолжается разработка программы, пока мы не переходим к следующим утверждениям:

Средний рост = Общий рост / Число учеников.

Эта разработка программы нисходящим способом — по сути то же самое, что обратное рассуждение в контексте геометрии или физики. Примечательно, что здесь отсутствует переход к прямому решению проблемы по мере того, как программисты становятся более опытными (прямое решение проблемы шло бы от частных пунктов программы к общей структуре программы). Это резко отличается от геометрии и физики, где эксперты переходят к прямой работе. Этот контраст можно понять, рассматривая различия в проблемных областях. Физические и геометрические задачи имеют богатый набор исходных данных, которые имеют бóльшую прогностическую ценность относительно решения, чем цель. Напротив, в типичной формулировке проблемы программирования (которая соответствует исходным данным) нет ничего, что приводило бы к прямому, или восходящему, решению. Типичная формулировка проблемы только задает цель и при этом часто дает информацию, которая приводит к выбору нисходящего решения. Таким

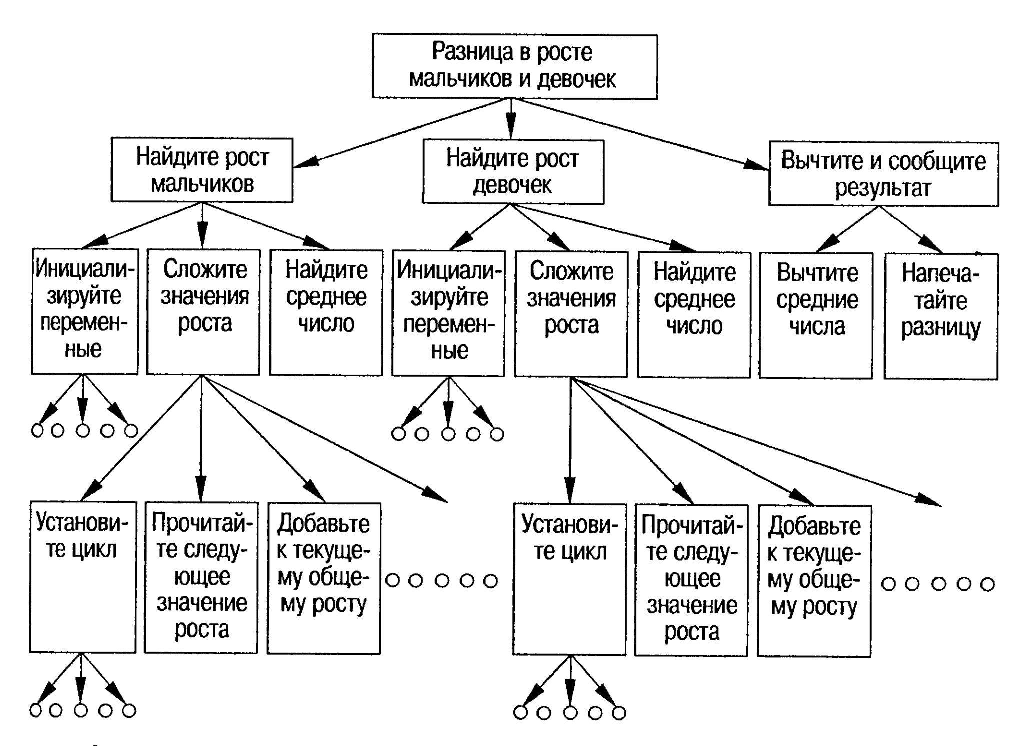


Рис. 9.9. Частичная репрезентация плана программы для вычисления разницы между средним ростом мальчиков и девочек в классе

образом, мы видим, что развитие компетентности не происходит одинаково во всех областях. Скорее, эксперты приспосабливаются к характеристикам конкретной области.

Хотя в программировании не отмечается перехода от обратной к прямой работе, было отмечено другое различие между экспертом и новичком при разработке компьютерной программы (Anderson, 1983; Jeffries, Turner, Poison, & Atwood, 1981). Эксперты склонны сначала разработать решение проблемы в ширину, тогда как новички сначала разрабатывают решение в глубину. Различия не столь велики с простой проблемой, подобной изображенной на рис. 9.9, но они могут стать весьма впечатляющими при работе с более сложными программами, которые имеют более сложные планы. Эксперт склонен расширять весь уровень дерева плана, прежде чем перейти к расширению следующего уровня, тогда как новичок расширяет первую проблему до самых низких уровней. Так, эксперт остановится на основном плане вычисления для проблемы роста мальчиков и девочек на рис. 9.9 перед разработкой всех деталей вычисления роста мальчиков, в то время как новичок полностью разработает план вычисления роста мальчиков перед рассмотрением плана вычисления роста девочек. Подход эксперта называется основанным на широте, потому что одновременно создается весь слой дерева. Подход новичка называется основанным на глубине из-за его тенденции сначала полностью закончить крайнюю левую ветвь дерева. Имеются хорошие основания для приня-

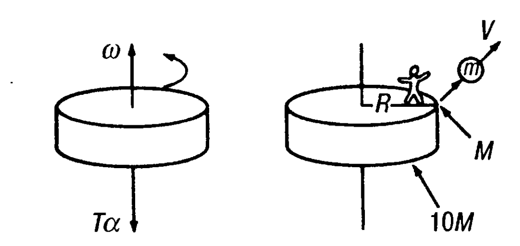
тия подхода экспертов. Различные части проблем программирования обычно не являются независимыми. Следовательно, решение более поздней проблемы может часто влиять на решение более ранней проблемы. Например, вы хотите написать программу для вычисления роста мальчиков таким способом, которым ту же самую программу можно использовать для вычисления роста девочек. Эксперты, разрабатывая проблему в ширину, вероятно, будут видеть эту взаимозависимость подпроблем.

В целом переход от новичков к экспертам не включает в себя одни и те же изменения в стратегии во всех областях. Различные области проблемы имеют разную структуру, что делает различные стратегии оптимальными. В развитии компетентности в определенной области мы видим развертывание тех стратегий, которые оптимальны для данной области. Эксперты в физике учатся прямому рассуждению, тогда как эксперты в программировании обучаются сначала разрабатывать проблему в ширину.

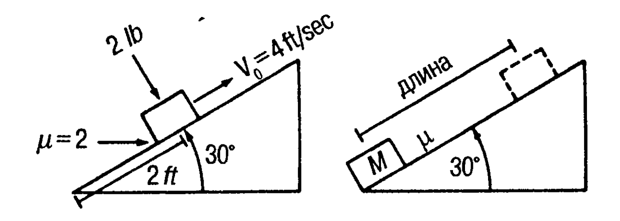
Стратегическое научение включает в себя освоение способа организации решения проблемы, который оптимально подходит для проблем в конкретной области.

Восприятие проблемы

Другое измерение компетентности состоит в том, что люди, решающие проблемы, учатся воспринимать проблемы так, чтобы это позволяло применять более эффективные процедуры решения проблем. Это можно хорошо продемонстрировать на



Новичок 2: «Угловая скорость, инерция, круглые объекты»
Новичок 3: «Кинематика вращения, угловые скорости»
Новичок 6: «Проблемы, связанные с вращением, угловая скорость»

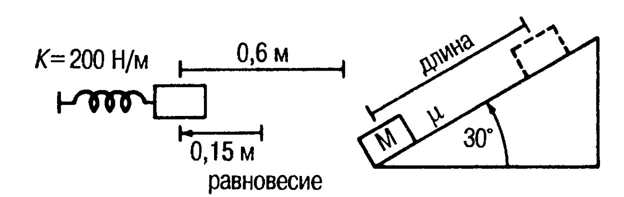


Новичок 1: «Это связано с блоками на наклонной плоскости»
Новичок 5: «Наклонная плоскость, коэффициент трения»
Новичок 6: «Блоки на наклонных плоскостях с углами»

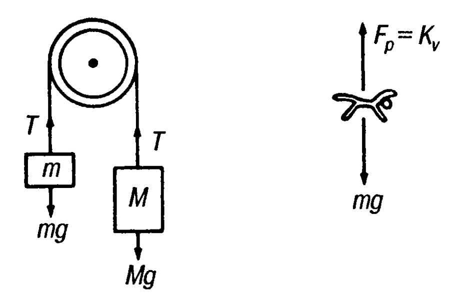
Рис. 9.10. Диаграммы, изображающие пары проблем, категоризированные новичками как подобные, и образцы их объяснений подобия (адаптировано из: Chi et al., 1981)

примере из физики. В физике, довольно трудном для понимания предмете, есть законы, которые лежат в основе видимых характеристик физических проблем. Эксперты учатся видеть эти имплицитные законы и представлять проблемы в их терминах.

Чи, Фелтович и Гласер (Chi, Feltovich, & Glaser 1981) просили испытуемых классифицировать большой набор проблем на категории по признаку сходства. На рис. 9.10 показан набор проблем, которые, по мнению новичков, были схожи, и объяснения новичков. Как можно заметить, новички выбрали поверхностные особенности, такие как вращение или наклонная плоскость, в качестве основания для классификации. Будучи дилетантом в физике, я сам должен признать, что эти основания сходства кажутся очень интуитивными. Сравните эти классификации с парами проблем на рис. 9.11, которые опытные испытуемые рассматривали как подобные. Проблемы, совершенно различные на поверхности, рассматривались как подобные, потому что обе были связаны с сохранением энергии или обе использовали второй закон Ньютона. Таким образом, эксперты могут отображать поверхностные особенности проблем на эти более глубокие законы. Это полезно, пото-



Эксперт 2: «Сохранение энергии»
Эксперт 3: «Теорема о связи между энергией и работой. Все это – прямые проблемы»
Эксперт 4: «Их можно решить с учетом энергии. Либо вы должны знать закон сохранения энергии, либо работа где-нибудь теряется»



Эксперт 2: «Они могут быть решены с помощью второго закона Ньютона»
Эксперт 3: «*F*=*ma*; второй закон Ньютона»
Эксперт 4: «Прежде всего используйте *F*= *ma*; второй закон Ньютона»

Рис. 9.11. Диаграммы, изображающие пары проблем, категоризированных экспертами как подобные, и образцы их объяснений подобия (адаптировано из: Chi et al., 1981)

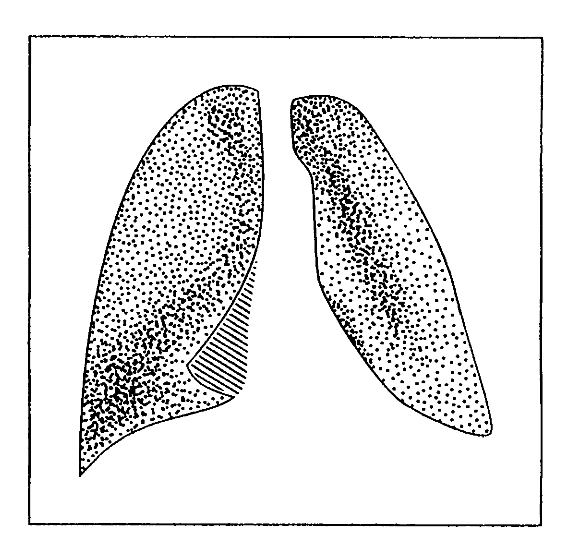


Рис. 9.12. Схематическое изображение рентгенограммы разрушенной доли правого легкого (Lesgold et al., 1988)

му что более глубокие законы лучше предсказывают методы решения. Этот сдвиг в классификации от опоры на простые свойства к более сложным свойствам обнаруживается во множестве областей, включая математику (Silver, 1979; Schoenfeld & Herrmann, 1982), программирование (Weiser & Shertz, 1983) и постановку медицинского диагноза (Lesgold, Rubinson, Feltovich, Glaser, Klopfer, & Wang, 1988).

Хорошим примером этого сдвига в обработке перцептивных свойств является интерпретации рентгенограммы. На рис. 9.12 дано схематическое изображение одной из рентгенограмм, предъявлявшихся испытуемым в исследовании Лесголда и коллег. Парусоподобная область в правом легком (показана на левой стороне рентгенограммы) — разрушенная доля легкого, которая создала более плотную тень на рентгенограмме, чем другие части легкого. Студенты-медики интерпретировали эту тень как признак опухоли, так как опухоли являются наиболее обычной причиной теней на легком. С другой стороны, эксперты-рентгенологи могли правильно интерпретировать это как разрушенное легкое. Они видели такие особенности, как размер парусоподобной области. Таким образом, у экспертов отсутствует простая ассоциация между тенью на легких и опухолях; скорее, они могут рассматривать рентгенограмму в терминах более богатого набора особенностей.

Характерный признак возрастания компетентности — формирование набора более богатых перцептивных свойств для кодирования проблем.

Знание паттернов и память

Одно из удивительных открытий, связанных с компетентностью, состоит в том, что у экспертов, по-видимому, лучше развита специальная память для информации о проблемах в их области компетентности. Это было впервые обнаружено в исследовании де Гроота (de Groot, 1965, 1966), который пытался определить, что отличает гроссмейстеров от более слабых шахматистов. Обнаружилось, что гросс-

мейстеры не отличались более высоким интеллектом в иных областях, чем шахматы. Де Гроот почти не обнаружил различий между опытными и более слабыми игроками, — конечно, кроме того, что опытные игроки выбирали намного лучшие ходы. Например, гроссмейстеры рассматривают то же число возможных шагов перед выбором хода. Фактически, гроссмейстеры рассматривают меньшее количество шагов, чем слабые игроки.

Но де Гроот обнаружил одно интересное различие между гроссмейстерами и более слабыми игроками. Он предъявлял гроссмейстерам шахматные позиции (т. е. шахматные доски с фигурами в конфигурации, имеющей место в игре) только на пять секунд и затем удалял шахматные фигуры. Гроссмейстеры могли за пять секунд восстановить позиции более чем 20 фигур. Напротив, слабые игроки могли восстановить только 4 или 5 фигур — количество, более соответствующее традиционному представлению о возможностях рабочей памяти (см. главу 6). По-видимому, гроссмейстеры создали паттерны четырех или пяти фигур, которые отражают обычные конфигурации на доске, как функцию большого количества опыта решения подобных задач. Таким образом, они помнят не отдельные фигуры, а эти паттерны. Согласно этому анализу, если игрокам предъявлены случайные позиции на шахматной доске, а не те, с которыми фактически сталкиваются в играх, не будет никакого различия между гроссмейстерами и слабыми игроками — и те и другие вспомнят лишь несколько шахматных позиций. Гроссмейстеры также жалуются на то, что чувствуют значительный дискомфорт и беспокойство в связи с такими хаотичными позициями на доске.

Этот основной феномен лучшей памяти у экспертов на значимые проблемы проявлялся в большом количестве областей, включая игру в го (Reitman, 1976), чертежи электронных схем (Egan & Schwartz, 1979), игру в бридж (Engle & Bukstel, 1978; Charness, 1979) и программирование (McKeithen, Reitman, Rueter, & Hirtle, 1981; Schneiderman, 1976).

Чейз и Саймон (Chase & Simon, 1973) исследовали природу паттернов, или чанков, используемых гроссмейстерами, с помощью задачи на воспроизведение позиций на шахматной доске, показанной на рис. 9.13. Задача испытуемых состояла в том, чтобы просто воспроизвести позиции частей целевой шахматной доски на тестовой шахматной доске. В этой задаче испытуемые смотрели на целевую доску, ставили несколько фигур на тестовую доску, снова смотрели на целевую доску, ставили еще несколько фигур на тестовую доску и т. д. Чейз и Саймон выделили чанк, состоящий из группы фигур, которые испытуемые перемещали после одного взгляда. Они обнаружили, что эти чанки имели тенденцию определять значащие для игры отношения между фигурами. Например, более половины чанков гроссмейстеров были цепями пешек (конфигурации пешек, которые часто встречаются в шахматной игре).

Саймон и Гилмартин (Simon & Gilmartin, 1973) установили, что гроссмейстеры усваивают порядка 50 000 различных шахматных паттернов и могут быстро узнавать такие паттерны на шахматной доске, а также что эта способность лежит в основе их хорошей памяти при игре в шахматы. Эти 50 000 комбинаций не являются непомерно высоким показателем, если учесть, сколько требуется лет увлеченного изучения игры, чтобы стать шахматным гроссмейстером.



Рис. 9.13. Задача на воспроизведение в эксперименте Чейза и Саймона (Chase & Simon, 1973). Испытуемые должны были воспроизвести конфигурацию фигур на доске для воспроизведения (адаптировано из: Klatzky, 1979)

Какова же связь между памятью на такое количество шахматных паттернов и высокими результатами в шахматах? Ньюэлл и Саймон (Newell & Simon, 1972) допустили, что в дополнение к изучению многих паттернов гроссмейстеры также учились, что делать при наличии таких паттернов. По существу, они должны иметь порядка 50 000 правил продукции, в которых условие (часть *если*) правила продукции — шахматный паттерн, а действие (часть *то*) — соответствующая реакция на этот паттерн. Например, если паттерн говорит о слабости противника, реакция со стороны правила продукции может состоять в том, чтобы предложить нападение на слабого противника. Таким образом, гроссмейстеры эффективно «видят» возможности для ходов; они не должны придумывать их. Это объясняет, почему шахматные гроссмейстеры настолько успешны в блицтурнирах, где у них есть лишь несколько секунд на ход.

Итак, шахматные эксперты знали решения многих проблем, которые слабые игроки должны решать как новые проблемы. Слабые игроки должны анализировать различные конфигурации, пытаться вычислить их последствия и действовать соответственно. Гроссмейстеры хранят всю эту информацию в памяти, таким образом имея два преимущества. Во-первых, они не рискуют сделать ошибки, решая эти проблемы, так как помнят правильное решение. Во-вторых, поскольку они помнят правильный анализ многочисленных позиций, они могут сосредоточить усилия по решению проблем на более сложных аспектах и шахматных стратегиях. Таким образом, знание паттернов экспертами и лучшая память на позиции на доске — часть тактического научения, которое мы обсуждали ранее.

Эксперты могут распознавать в проблемах чанки, которые являются паттернами элементов, встречающимися в различных проблемах.

Долговременная память и компетентность

Можно подумать, что лучшая память у экспертов — это лишь преимущество в рабочей памяти, но исследования показали, что их преимущество распространяется и на долговременную память. Чарнесс (Charness, 1976) сравнивал память экспертов на шахматные позиции сразу после того, как они видели позицию, или после 30-секундной задержки, заполненной задачей, которая служила помехой. Шахматисты класса А не обнаруживали снижения эффективности вспоминания после 30-секундного интервала, в отличие от более слабых испытуемых, которые обнаруживали значительное забывание. Таким образом, опытные шахматисты, в отличие от слабых игроков, могут хранить больше информации из данной области. Интересно, что эти испытуемые обнаруживают такую же плохую память на триграммы из трех букв, как и обычные испытуемые. Таким образом, их лучшая долговременная память распространяется только на область их компетенции.

Есть основания полагать, что у экспертов более выражено преимущество в памяти, чем способность кодировать проблему в терминах знакомых паттернов. Эксперты, по-видимому, способны помнить большее количество паттернов, так же как паттерны большего объема. Некоторые данные, подтверждающие это, получены в эксперименте Чейза и Саймона, которые предлагали испытуемым вспоминать шахматные доски, как и в исследовании де Гроота (но не так, как в задаче на воспроизведение, показанной на рис. 9.13). Они пытались выявить паттерны, которые использовали испытуемые для вспоминания шахматных досок. Они обнаружили, что испытуемые имели тенденцию вспоминать паттерн, делать паузу, вспоминать другой паттерн, делать паузу и т. д. Они также обнаружили, что испытуемые могли использовать двухсекундную паузу, чтобы определить границы между паттернами. Имея такое объективное определение паттерна, они затем могли исследовать, сколько паттернов вспомнили испытуемые. При сравнении гроссмейстера с новичком они обнаружили большие различия по обоим параметрам. Размер паттерна мастера составлял в среднем 3,8 фигуры, тогда как у новичка он был лишь 2,4. Кроме того, гроссмейстер также вспоминал в среднем 7,7 паттерна на доске, в то время как новичок вспоминал в среднем только 5,3. Таким образом, по-видимому, преимущество в памяти у экспертов основано не только на бóльших паттернах, но также и на способности вспомнить большее количество из них.

Наиболее веские доказательства того, что компетентность включает в себя способность помнить большее количество паттернов, так же как паттерны большего размера, получено Чейзом и Эриксоном (Chase & Ericsson, 1982), которые изучали развитие простого, но замечательного навыка. Они наблюдали, как испытуемый, С. Ф., увеличивает объем памяти на цифры, выражавшийся в количестве цифр, которые он мог повторить после одного предъявления. Как говорилось в главе 6, нормальный объем памяти на цифры — приблизительно 7 или 8 стимулов, как раз столько, сколько нужно, чтобы запомнить телефонный номер. После приблизительно 200 ч практики С. Ф. был способен вспомнить 81 случайную цифру, при скорости предъявления одна цифра в секунду. На рис. 9.14 показано, как его объем памяти увеличивался с тренировкой.

Что стояло за этим поразительным результатом? Отчасти С. Ф. учился разбивать цифры на значимые паттерны. Он был бегуном на дальние дистанции, и часть

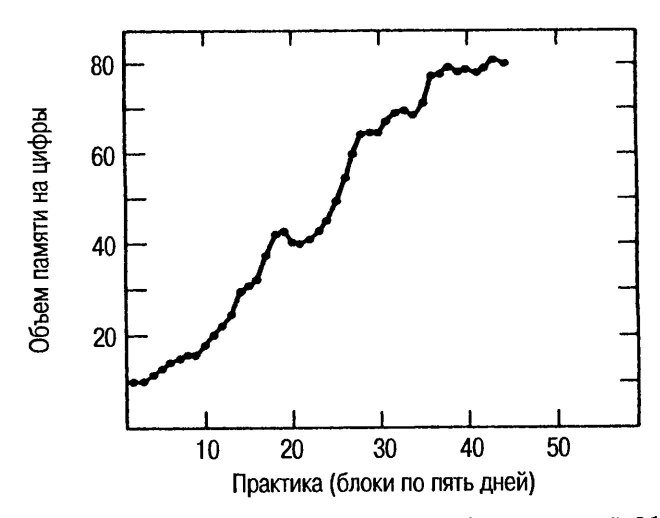


Рис. 9.14. Увеличение объема памяти у испытуемого С. Ф. с тренировкой. Обратите внимание, как с увеличением числа практических занятий постепенно увеличивается число цифр, которые он может вспомнить (Chase & Ericsson, 1982)

его метода состояла в том, чтобы преобразовать цифры во время. Так, он брал четыре цифры, например 3492, и преобразовывал их в «3 минуты, 49,2 секунды – почти мировой рекорд в беге на милю». Используя такую стратегию, он мог преобразовать объем памяти для 7 цифр в объем памяти для паттернов по 7 цифр длиной 3 или 4 паттерна. Это приблизило бы его к объему памяти более чем в 20 цифр, что намного меньше его возможного результата. В дополнение к этой разбивке на чанки, он создавал то, что Чейз и Эриксон назвали структурой извлечения, которая позволила ему вспомнить 22 таких паттерна. Эта структура извлечения была очень специфичной; она не могла быть обобщена на воспроизведение букв, а не цифр. Чейз и Эриксон выдвинули гипотезу, что основой развития или компетентности в таких областях, как шахматы, является развитие структур извлечения, которые позволяют эффективно вспоминать паттерны.

По мере того как люди становятся более компетентными в определенной области, у них развивается способность хранить информацию о проблеме в долговременной памяти и извлекать ее.

Роль целенаправленной практики

Один из выводов, который можно сделать на основе всех рассмотренных нами исследований, состоит в том, что компетентность приходит только после затраты огромного количества времени на изучение паттернов, правил решения проблем и правильной организации их решения в данной области. Ранее мы уже упоминали данные Джона Хейза о том, что гении в различных областях достигают вершин в своей работе только после 10 лет изучения данного предмета. Эриксон, Крамп и Теш-Ромер (Ericsson, Krampe, & Tesch-Romer, 1993) сравнили лучших скрипачей Берлинской музыкальной академии с теми, которые были просто очень хорошими. Они изучали дневники и самооценки, чтобы определить, сколько времени было потрачено на занятия музыкой в каждой из двух изучавшихся групп, и пришли

к выводу, что лучшие скрипачи занимались около 7000 ч, в то время как очень хорошие — 5000 ч. Эриксон и коллеги проанализировали многие области, подобные музыке, где время, потраченное на занятия, имеет огромное значение. Это время играет большую роль не только на уровне высших достижений, но также является существенным аспектом успешного обучения в школе. Андерсон, Ридер и Саймон (Anderson, Reder, & Simon, 1998) отмечают, что одной из основных причин больших достижений в математике у студентов из азиатских стран является то, что они занимаются математикой в два раза больше времени, чем другие.

Эриксон и коллеги утверждают, что компетентность почти полностью определяется количеством тренировки и природный талант, в сущности, не играет никакой роли. Они ссылаются на исследования Блума (Bloom, 1985a, 1985b), который изучал биографии детей, ставших знаменитыми в таких областях, как музыка. Блум обнаружил, что бóльшая часть таких детей начали с того, что просто играли на каком-либо инструменте. Некоторое время спустя они достигали определенного успеха, и их родители нанимали им учителя, чтобы начать серьезные занятия. Но изначальные природные способности таких детей были на удивление скромными и не предвещали большого успеха в данной области (Ericsson et al., 1993). Скорее, важно, чтобы родители поверили в то, что их ребенок талантлив, и оплатили занятия с преподавателям и все необходимое, а также дали ему возможность уделять время занятиям. Эриксон и коллеги предполагают, что результирующий опыт — достаточная причина успешного развития навыков у детей. Несомненно, талант играет определенную роль (и мы обсудим это в последней главе книги), но также очевидно, что гений на 90 % состоит из труда и лишь на 10 % — из вдохновения.

В то же время Эриксон и его коллеги отмечают, что к развитию компетентности приводят не все занятия. Они приводят много примеров, когда люди проводят всю жизнь, играя в шахматы или занимаясь каким-либо другим видом спорта, и нисколько не улучшают свои результаты. Определяющим, по мнению исследователей, является то, что они называют *целенаправленной практикой*. При целенаправленной практике обучающиеся имеют мотивацию к обучению, а не просто к выполнению задания. Учащимся дается обратная связь на их действия, и они тщательно следят за тем, насколько их действия правильны и в чем они ошибаются. Важность целенаправленной практики сравнима с важностью глубокой и тщательной обработки материала для запоминания, о которой мы говорили в главах, посвященных памяти. В этих главах (6 и 7) показано, что пассивное обучение относительно мало способствует запоминанию.

Чтобы развить компетентность в любой области, требуется много целенаправленной практики.

Перенос навыка

Часто компетентность может быть весьма узкой. Как отмечалось, С. Ф., испытуемый Чейза и Эриксона, был неспособен перенести навык запоминания с цифр на буквы. Это почти нелепый крайний случай обычного при развитии когнитивного навыка паттерна, состоящего в том, что эти навыки бывают очень узкими и не могут быть перенесены на другую деятельность. Шахматных гроссмейстеров, оче-

видно, нельзя назвать лучшими мыслителями, несмотря на их шахматный гений. Забавный пример узости компетентности встречается в исследовании Каррахера, Каррахера и Шлимана (Carraher, Carraher, & Schliemann, 1985). Эти ученые изучали математические стратегии, используемые бразильскими школьниками, работающими уличными торговцами. На работе эти дети использовали довольно сложные методы при вычислении общей стоимости заказов, включающих различное число разных объектов (например, общей стоимости 4 кокосовых орехов и 12 лимонов). Более того, они могли производить эти расчеты в уме и получали правильный результат. Каррахер и коллеги не поленились и вышли на улицу, представились покупателями, сделали определенное количество покупок и записали процент правильных вычислений. Затем экспериментаторы попросили детей пойти с ними в лабораторию, где раздали отпечатанные математические тесты, использующие те же числа и математические операции, которые успешно осуществлялись на улицах. Например, если ребенок на улице правильно подсчитал общую стоимость пяти лимонов по 35 крузейро, его тест содержал следующую задачу:

$$5 \times 35 = ?$$

Результаты показали, что дети, хотя и успешно решали 98 % задач в соответствующем контексте, в лабораторном контексте справились только с 37 % задач. Стоит подчеркнуть, что тестовые задания включали в точности те же числа и математические операции. Интересно, что, если в лаборатории задания предъявлялись в вербальной форме, результат улучшался до 74 %. Это противоречило обычным данным, что задания, выраженные в словах, более сложны, чем задания в цифрах (Carpenter & Moser, 1982). Очевидно, что дополнительный контекст, предоставляемый словесным заданием, позволял детям осуществлять контакт с их прагматичными стратегиями.

Исследование Каррахера и коллег показало любопытную неудачу при переносе навыка из реальной жизни в лабораторные условия. Педагогов обычно интересует, будут ли знания, полученные по одному предмету, перенесены на другие предметы и в реальную жизнь. На рубеже XIX и XX вв. педагоги были достаточно оптимистичны по этому поводу. Многие специалисты в области педагогической психологии придерживались доктрины, которая называлась доктриной формальных дисциплин (Angell, 1908; Pillsbury, 1908; Woodrow, 1927). Согласно этой доктрине, изучение таких сложных предметов, как латинский язык и геометрия, имеет большую важность, поскольку позволяет дисциплинировать разум. В рамках доктрины формальных дисциплин психика рассматривалась с точки зрения способностей. Этот взгляд восходит к Аристотелю и впервые был сформулирован Томасом Рейдом в конце XVIII в. (Boring, 1950). Представители данного подхода утверждали, что психика состоит из набора общих способностей, таких как наблюдение, внимание, распознавание и рассуждение, и рассматривали их по аналогии с набором мышц. При этом не имеет значения, как проявляются данные способности; более важен уровень напряжения (из чего следует увлеченность латинским языком и геометрией). Перенос навыков, согласно этой точке зрения, широк, и происходит на общем уровне, иногда между содержательно не пересекающимися областями.

Хотелось бы верить, что общий перенос, предусмотренный доктриной формальных дисциплин, возможен, но и после ста лет исследований проблемы не найдено эффективного подтверждения этому. Некоторые из ранних исследований этой темы были проведены Торндайком (например: Thorndike & Woodworth, 1901). В одной работе не была установлена корреляция между запоминанием слов и запоминанием знаков. В другой грамотное письмо не коррелировало с точностью вычислений. Торндайк интерпретировал эти результаты как опровержение наличия общих способностей памяти и точности.

Часто не удается перенести навыки в похожую область и фактически никогда – в существенно отличающуюся область.

Теория идентичных элементов

Вместо доктрины формальных дисциплин Торндайк предложил свою *теорию идентичных элементов*. По Торндайку, психика состоит не из общих способностей, а из отдельных привычек и ассоциаций, которые обеспечивают человека набором узких реакций на очень специфичные стимулы. Фактически психика считалась просто удобным названием для бесчисленного количества отдельных операций или функций (Stratton, 1922). Согласно теории Торндайка, тренировка в одной сфере деятельности будет перенесена в другую, только если эти деятельности имеют общие элементы типа «ситуация — реакция»:

> Одна психическая функция или деятельность улучшает другие из-за их частичной схожести с нею, и настолько сильно, насколько они похожи на нее, так как они содержат общие элементы. Сложение улучшает умножение, потому что умножение — это в значительной степени сложение; знание латинского языка повышает способность к изучению французского, потому что многое, изученное в первом случае, требуется во втором (Thorndike, 1906).

Таким образом, Торндайк был готов согласиться с возможностью переноса навыков между различными областями, если бы было доказано, что он осуществляется посредством идентичных элементов. Но он все же приходит к следующему выводу:

> Разум настолько специализирован и имеет такое множество независимых способностей, что мы можем лишь незначительно изменить человеческую природу, и любое школьное обучение оказывает на психику в целом меньшее влияние, чем считалось ранее.

В то время как доктрина формальных дисциплин была слишком широка в своем прогнозе переноса, оказалось, что Торндайк сформулировал свою теорию идентичных элементов в чрезмерно узкой манере. Например, он утверждал, что, если вы решили геометрическую задачу, использующую один набор букв для обозначений на рисунке, вы не сможете перенести решение на задачу с другим набором букв. Исследование аналогии, которое мы рассмотрели в предыдущей главе, показало, что это не так. Перенос не привязан к тождеству поверхностных элементов. В некоторых случаях наблюдается очень большой позитивный перенос между двумя навыками, имеющими одинаковую логическую структуру и различные поверхностные элементы (Singley & Anderson, 1989). Например, существует боль-

шой позитивный перенос между различными системами обработки вербальной информации, между различными языками программирования и между использованием вычислений для решения экономических проблем и геометрических задач. Но все имеющиеся данные подтверждают, что существуют очень четко определенные границы того, в какой мере будут передаваться навыки, и что становление экспертом в одной области окажет незначительное положительное влияние на становление экспертом в сильно отличающейся области. В этом случае позитивный перенос будет осуществляться только там, где две области подразумевают использование одинаковых фактов, результатов и шаблонов, т. е. одинаковых знаний. Таким образом, Торндайк был прав, говоря, что перенос между двумя навыками возможен только в том случае, если они имеют общие элементы. Но он ошибался, определяя эти элементы в терминах стимула и реакции. Современная когнитивная психология определила эти элементы как довольно абстрактные структуры знания, позволяющие осуществлять более широкий перенос.

Существует и позитивная сторона этой специфичности переноса навыка: низкая возможность *негативного переноса*, при котором изучение одного навыка ухудшает овладение другим. Помехи вроде тех, которые имеют место при запоминании фактов (см. главу 7), почти не наблюдаются в приобретении навыков. Пуазон, Мунчер и Кирас (Poison, Muncher, & Kieras, 1987) представили хорошую демонстрацию отсутствия негативного переноса при редактировании текста на компьютере. Они просили испытуемых изучить один текстовый редактор, а затем второй, который был разработан так, чтобы быть максимально запутанным. В то время как команда для перехода на строку ниже в одном редакторе могла быть *n* а команда удаления символа — *k*, в другом редакторе *n* использовалось для удаления символа, а *k* — для перехода на строку ниже. Но испытуемые испытывали очень сильный позитивный перенос при переходе с одного текстового редактора на другой, потому что оба текстовых редактора работали схожим образом, несмотря на то что поверхностные команды были перемешаны. Существует только один четко зафиксированный вид негативного переноса в случае когнитивных навыков. Это эффект *Einstellung*, обсуждавшийся в предыдущей главе. Студенты могут изучать методы решения проблем в какой-то области, которые уже не являются оптимальными при решении проблем в другой области. Например, кто-либо может изучать алгебраические методы для того, чтобы избежать сложных арифметических вычислений. Эти методы уже не нужны, когда есть калькуляторы, но студенты склонны продолжать осуществление этих ненужных операций в своих вычислениях. На самом деле это не неудачный перенос. Это случай переноса знания, которое уже не является полезным.

Перенос между навыками происходит только тогда, когда эти навыки включают в себя одинаковые абстрактные элементы знания.

Приложения в образовании

В результате проведенного анализа приобретения навыков мы можем задать вопрос: в каких случаях необходимо развитие таких навыков? Одно из приложений касается важности декомпозиции проблемы. Установлено (Anderson, 1992), что

традиционная алгебра подразумевает владение несколькими тысячами правил продукции. Обучение может быть улучшено анализом того, что представляют собой эти отдельные элементы. Подходы к обучению, которые начинаются с анализа изучаемых элементов, называются *компонентным анализом*. Андерсон (Anderson, 2000) описывает применение компонентных подходов в преподавании чтения и многих тем математики. В общем случае более высокие результаты отмечаются в программах, которые включают такой компонентный анализ.

Особенно эффективная часть компонентного анализа — *совершенное обучение*. Его основная идея — прослеживание выполнения заданий студентами по каждому компоненту, лежащему в основе когнитивного навыка, и слежение за тем, чтобы происходило усвоение всех компонентов. В результате обычного обучения, в отличие от совершенного, у некоторых студентов отсутствуют знания части материала. Это может вызвать эффект снежного кома, когда в ходе обучения владение ранее изученным материалом является необходимым условием для усвоения нового. Существует достаточно большое количество данных, подтверждающих, что совершенное обучение ведет к более высоким результатам (Guskey & Gates, 1986; Kulik, Kulik, & Bangert-Downs, 1986).

Обучение улучшается в результате применения тех подходов, которые выявляют основные элементы знания и помогают студентам совершенствовать их.

Интеллектуальные обучающие системы

Возможно, наиболее широко компонентный анализ используется в интеллектуальных обучающих системах (Sleeman & Brown, 1982). Это компьютерные системы, которые, подобно настоящему учителю, взаимодействуют со студентами, когда те учатся и решают проблемы. Примером такой обучающей системы является разработанная нами система обучения программированию на языке *LIPS* (Anderson, Conrad, & Corbett, 1989; Corbett & Anderson, 1990; Anderson & Reiser, 1985), которая обучает основному языку программирования, использующемуся в искусственном интеллекте. С помощью этой обучающей программы с осени 1984 г. производилось обучение студентов языку *LIPS* в университете Карнеги-Меллона. Эта обучающая программа послужила образцом для целого поколения интеллектуальных обучающих систем, многие из которых были предназначены для преподавания высшей математики. В настоящее время эти обучающие системы помогают осваивать математику тысячам учащихся около ста школ по всей стране (Anderson, Corbett, Koedinger, & Pelletier, 1995; Koedinger, Anderson, Hadley & Mark, 1997).

Один из доводов в пользу исследований интеллектуальных обучающих систем опирается на тот факт, что индивидуальное обучение очень эффективно. Исследования показали, что занятия с частным учителем приводят к тому, что в 98 % случаев успеваемость учащегося становится выше, чем в среднем по классу (Bloom, 1984). Идеальный частный учитель — это тот, кто всегда рядом с вами во время изучения данного предмета. Как отмечают Эриксон и коллеги (Ericsson et al., 1993), частный учитель гарантирует систематическую тренировку, что является основой обучения. Особенно важно иметь рядом учителя при решении проблем в таких областях, как *LIPS* и математика, что требует целого набора навыков

решения проблем. В *LIPS* решением проблемы является написание компьютерных программ, или функций, как их часто называют в *LIPS*. Поэтому при разработке системы обучения языку *LIPS* мы решили сосредоточиться на помощи студентам при написании компьютерных программ. В табл. 9.3 представлен короткий диалог между студентом и системой обучения языку *LIPS*, касающийся проблемы, возникшей в начале обучения. Обратите внимание, как тщательно обучающая система контролирует действия студента при решении проблемы. Она может это делать, потому что знает, как писать функции *LIPS*. Когда студент пишет функцию, обучающая система пытается решить ту же проблему, над которой работает студент. Как только обучающая система видит, что студент делает ошибку, она может вмешаться и дать коррективную инструкцию.

Таблица 9.3

Взаимодействие между системой обучения языку *LIPS* и студентом

Студент работает над частью кода, чтобы удовлетворить приведенное ниже описание проблемы. Перед каждым пунктом, в котором взаимодействует система и студент, напечатан частичный код, написанный студентом.

Описание проблемы

Определите функцию, называемую *ctof*, которая берет показания термометра в градусах по Цельсию и преобразовывает их в градусы по Фаренгейту. Сначала вы должны изменить шкалу, умножая аргумент на 1,8. Затем вы должны перевести шкалу, добавив 32, так как 0 по Цельсию равен 32 по Фаренгейту. Например, (*ctof* 20) превращается в 68.

Циклы, в которых система осуществляет коммуникацию со студентом

Код: (*defun ctof* (*cdeg*)

((*)

Система: Да, вы будете должны вызвать «*», чтобы получить градусы по увеличенной шкале, но вы в конечном счете пытаетесь получить эквивалент градусов по Цельсию в градусах по Фаренгейту. Поэтому вы должны закодировать другую функцию, которая вызывает «*» как аргумент.

Код: (*defun ftoc* (*cdeg*)

(+ <NUM> <NUM2>))

Студент: Помощь

Система: Вы должны умножить показания в градусах по Цельсию на масштаб шкалы Фаренгейта, используя функцию *. Когда вы умножите эти числа, вы получите количество градусов в увеличенном масштабе, которое равно 36 в нашем примере.

Код: (*defun ctof* (*cdeg*)

(+(*1,8*cdge*)<NUM2>))

Система: Вы имели в виду *cdeg*?

Студент: Да

Код: (*defun ctof* (*cdeg*)

(+(*1,8*cdeg*)32))

Система: Задание выполнено. Введите следующее задание, чтобы продолжить после проверки функции, которую вы определили.

В основе способности обучающей системы решать проблемы и контролировать решение проблемы студентом лежит набор правил продукции, которые могут решить те же проблемы, возникающие при программировании на языке *LIPS*, которые, как мы ожидаем, должны уметь решать студенты. Всего существует около 500 правил продукции, которые кодируют знания, имеющие отношение к *LIPS*. Типичное правило продукции в обучающей системе *LIPS* таково:

Если цель состоит в том, чтобы умножить одно число на другое,
то используй * и закодируй два числа.

Основная цель обучающей системы *LIPS* состоит в том, чтобы сообщить эти 500 правил продукции студенту, контролировать выполнение работы, чтобы видеть, правильно ли владеет он этими правилами, и дать ему возможность поупражняться в применении этих правил. Успех обучающей системы *LIPS* — это еще одно

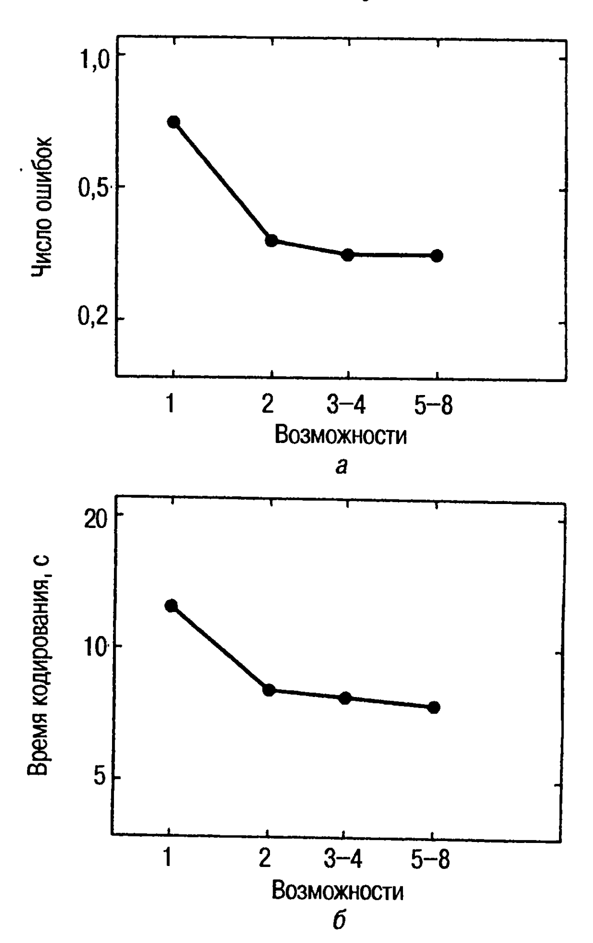


Рис. 9.15. Информация, полученная при помощи программы обучения языку *LIPS*: *а* — число ошибок (максимум 3) на каждое правило продукции как функция числа возможностей для тренировки; *б* — время правильного кодирования правила продукции как функция числа возможностей для тренировки

свидетельство того, что эти 500 правил действительно лежат в основе навыка кодирования в *LIPS* .

Кроме средства обеспечения инструкциями, система обучения языку *LIPS* также является мощным инструментом исследования процесса развития навыков. Данная обучающая система может контролировать, насколько успешно студент владеет каждым из 500 правил продукции, записывая такие статистические данные, как число допущенных им ошибок, а также время на введение кода, соответствующего определенному правилу. Эти данные указывают на то, что студент овладевает навыком программирования на языке *LIPS* , усваивая каждое правило независимо от остальных. На рис. 9.15 показаны кривые научения для этих правил. Зависимыми величинами на графиках являются число ошибок по определенному правилу продукции и время на ввод кода, соответствующего правилу (в том случае, если код набран правильно). Эти данные представлены на графике как функция от возможностей научения, которые возникают у студента каждый раз, когда он сталкивается с проблемой и можно применить одно из правил. Как можно видеть, результаты студентов резко улучшаются с первой до второй возможности научения, а затем происходит постепенное улучшение. Эти кривые научения похожи на те, которые мы рассматривали в главе 6 в связи с запоминанием простых ассоциаций.

Мы также рассматривали индивидуальные различия при обучении этим правилам. Студенты, изучавшие ранее другой язык программирования, имеют существенное преимущество перед теми, кто изучает язык впервые. Это преимущество можно объяснить наличием у студентов «модели переноса идентичных элементов», в которой правила программирования одного языка переводятся в правила другого языка.

Наконец, мы проанализировали выполнение заданий отдельными студентами в системе обучения языку *LIPS* и обнаружили доказательства существования двух факторов. Некоторые студенты могли в течение занятия довольно быстро выучить новые правила продукции, тогда как другие испытывали больше затруднений. Студентов можно более или менее, независимо от фактора приобретения навыка, разделить в соответствии с тем, насколько хорошо они помнят правила продукции из предыдущих уроков.[1] Таким образом, студенты различаются по тому, как быстро они обучаются с помощью системы *LIPS* . Но данная система использует систему обучению мастерству, в которой студенты, медленнее выполняющие задания, имеют возможность больше практиковаться и, таким образом, дойти до такого же уровня знаний материала, что и остальные.

Взаимодействуя с системой обучения языку *LIPS* , студенты приобретают различные сложные знания. Совершенствование умений в области программирования дает им возможность выглядеть более умными среди сверстников. Но если мы рассмотрим, что лежит в основе этого приобретенного интеллекта, мы обнаружим, что это методическое усвоение около 500 правил программирования. Некоторые

[1] Эти факторы приобретения и сохранения навыка связаны с показателями математического раздела *SAT* (Тест академических способностей — *Scholastic Aptitude Test*), но не с показателями вербального раздела *SAT*.

студенты могут приобретать эти правила легко, благодаря их опыту и определенным способностям. Но к окончанию курса по языку *LIPS* все студенты изучили 500 новых правил продукции. При усвоении этих правил отмечается мало различий между студентами в отношении способности к программированию на *LIPS*. Таким образом, мы видим, что, в конечном счете, наиболее важное различие между студентами состоит в том, сколько информации они узнали, а не каковы их природные способности. В главе 13 мы продолжим рассмотрение роли знаний и способностей в формировании индивидуальных различий в познании.

Благодаря тщательному контролю отдельных составляющих навыка и обеспечению обратной связи в обучении интеллектуальные обучающие системы могут быстро развить у студентов сложные навыки.

Замечания и рекомендуемая литература

Эриксон (Ericsson, 1994) и Эриксон и Леманн (Ericsson & Lehmann, 1996) дают обзор недавних исследований компетентности и исключительной эффективности. Хотя в этой главе главным вопросом было развитие когнитивных навыков, следует обратить внимание на большое количество исследований развития моторных навыков. Такие исследования рассматриваются в книгах Розенбаума (Rosenbaum, 1991) и Шмидта (Schmidt, 1988). Сингли и Андерсон (Singley & Anderson, 1989) дают обзор исследований переноса навыков и современной версии теории идентичных элементов Торндайка в терминах систем продукции. Работа над интеллектуальными обучающими системами отражена в трудах проводящейся дважды в год Международной конференции по интеллектуальным обучающим системам.

ГЛАВА 10

Умозаключение и принятие решения

Умозаключение относится к процессам, с помощью которых люди выводят новое знание из того, что они уже знают. Таким образом, если я знаю, что школа, в которую ходят мои дети, закрывается, когда выпадает четыре дюйма снега, и я знаю, что прошел такой снегопад, то я могу сделать вывод, что школа будет закрыта. Или если я обнаруживаю, что, когда я нажимаю «пятнадцать» и «пуск», микроволновая печь работает 15 с, то у меня есть основание предположить, что, если я нажму «тридцать» и «пуск», микроволновка будет работать 30 с. Часто информация, которую нам сообщают, сама по себе недостаточна, чтобы принять решение и предпринять необходимые действия. Но, чтобы получить необходимую информацию, мы способны делать выводы из того, что нам сообщили.

Психологические исследования умозаключения имеют давнюю и сложную связь с логикой. *Логика* — это раздел философии и математики, в котором ставится цель формально определить правильное доказательство. Чтобы понять психологические исследования умозаключения, мы должны понять связь этих исследований с логикой. До XX столетия логика и психология мышления часто считались одним и тем же. Известный ирландский математик Джордж Буль (Boole, 1854) назвал свою книгу по логическому исчислению «Исследование законов мышления». Эта книга предназначалась, «прежде всего, чтобы исследовать фундаментальные законы тех умственных операций, с помощью которых осуществляется умозаключение». Конечно, люди не всегда действуют согласно предписаниям логики, но такие ошибки рассматривались как сбои в работе умственных механизмов, которые подчинялись законам логики, когда работали должным образом. Пытаясь улучшать свою умственную деятельность, люди пытались тренировать свою логику. Сто лет назад раздел «когнитивные процессы» в учебнике психологии обычно был посвящен «логическому мышлению». Тот факт, что лишь одна глава в этой книге посвящена умозаключению, отражает современное понимание того, что бо́льшая часть человеческого мышления не может считаться логическим умозаключением ни в каком разумном смысле.

Многие исследования дедуктивного мышления проводились ради сравнения действий человека с предписаниями логики. В таких экспериментах предъявлявшиеся испытуемым проблемы рассматривались в терминах, используемых в ло-

гике. Эта связь между логикой и умозаключением в лучшем случае была отчасти оправданной. Исследования в области логики касаются обоснованности доказательств и полезны для понимания таких областей знаний, как математика и науки, в основе своей зависящие от логического вывода. Но нет никакой причины предполагать, что логика имеет тесную связь с когнитивными процессами, лежащими в основе человеческого мышления.

В этой главе мы также обсудим исследования принятия решений, которые касаются того, как мы делаем выборы из альтернатив. В то время как логика предписывает нормы для оценки причины, существуют предписания для принятия решений, данные математиками, статистиками, философами и экономистами. Мы увидим, что люди часто терпят неудачу, если оценивать их действия с точки зрения этих норм. Но снова возникнет вопрос о том, насколько это отражает качество человеческого мышления и насколько уместны эти нормы.

В психологических исследованиях сравнивались человеческое умозаключение и принятие решений с предписаниями различных нормативных моделей типа логики.

Умозаключение относительно условных высказываний

Мы начнем эту главу с обсуждения *дедуктивных умозаключений*, которые следует отличать от *индуктивных умозаключений*. Дедуктивные умозаключения связаны с выводами, которые с уверенностью следуют из исходных посылок, тогда как индуктивные умозаключения связаны с выводами, которые следуют из исходных посылок с некоторой вероятностью. Чтобы проиллюстрировать это различие, предположим, что кому-то говорят: «Фред — брат Мэри» и «Мэри — мать Лизы». В таком случае можно сделать вывод, что «Фред — дядя Лизы» и что «Фред старше, чем Лиза». Первый вывод, «Фред — дядя Лизы», будет правильным дедуктивным умозаключением, дающим определение семейного отношения. С другой стороны, второй вывод, «Фред старше, чем Лиза», — это обоснованное индуктивное умозаключение, так как возможно, что это утверждение истинно. Но этот вывод не будет являться правильным дедуктивным умозаключением, так как он не обязательно истинен.

Наша первая тема будет посвящена дедуктивным умозаключениям, включающим логическую связку «если». *Условное утверждение* — это такое суждение, как «Если вы прочитаете эту главу, то будете более осведомленным». Часть, включающая связку «если» («вы прочитаете эту главу»), называется *антецедентом*, а часть, включающая «то» («вы будете более осведомленным»), — *следствием*. Самое существенное правило о том, как делать выводы в логике условных высказываний, известно как *модус поненс*. Оно позволяет вывести следствие из условного утверждения, если нам дан антецедент. Таким образом, имея суждение: «Если А, то Б» и суждение А, мы можем вывести Б. Например, предположим, нам дано следующее:

1. Если Джоан поняла эту книгу, то она получит хорошую оценку.
2. Джоан поняла эту книгу.

Из посылок 1 и 2 мы можем вывести суждение 3, используя модус поненс:

3. Джоан получит хорошую оценку.

Это пример обоснованного логического вывода. Используя слово «обоснованный», мы имеем в виду, что при условии, что посылки 1 и 2 истинны, следствие 3 должно быть истинным. Этот пример также иллюстрирует искусственность применения логики к ситуациям повседневной жизни. Как можно с достоверностью узнать, поняла ли Джоан книгу? Об этом можно говорить лишь с определенной вероятностью. Даже если Джоан действительно поймет книгу, то, что она получит хорошую оценку, остается только вероятным, но не достоверным. Тем не менее испытуемых просят не задумываться над этим и считать, что речь идет о несомненных фактах. Точнее, их просят сделать вывод о том, что наверняка последует, если эти факты являются несомненными.[1] Испытуемые не считают нужным следовать этим довольно-таки странным инструкциям, но, как мы увидим в дальнейшем, они не всегда способны сделать логически правильные выводы.

Еще одно правило вывода известно в логике как *модус толленс*. Это правило гласит, что если мы имеем суждение *А подразумевает Б* и факт, что *Б неверно*, то мы можем сделать вывод, что А *неверно*. Ниже следует упражнение на вывод, который требует применения модуса толленс. Представьте, что нам даны следующие посылки.

4. Если бы Джоан поняла эту книгу, она бы получила хорошую оценку.
5. Джоан не получила хорошую оценку.

Тогда, согласно модусу толленс, из посылок 4 и 5 следует, что

6. Джоан не поняла эту книгу.

Заключение может показаться читателю не совсем убедительным, потому что в реальной жизни такие утверждения обычно не рассматриваются как безусловно верные.

Модус поненс выводит следствие из антецедента, модус толленс выводит отрицание антецедента из отрицания следствия.

Оценка условного силлогизма

Довольно много исследований касались того, каким способом испытуемые делают выводы на основе таких условных утверждений (Marcus & Rips, 1979; Rips & Marcus, 1977; Staudenmayer, 1975; Taplin, 1971; Taplin & Staudenmayer, 1973). Испытуемым предъявлялись типичные утверждения нейтрального содержания, чтобы предотвратить влияние предпосылочных убеждений на результат.

1. Если мяч покатится налево, то загорится зеленая лампочка.
   Мяч катится налево. Следовательно, зеленая лампочка загорится.

---

[1] Интересно что математическая теория вероятности включает в себя условные утверждения. В этом случае объектами условного утверждения являются утверждения о вероятностях. Это иллюстрирует тот факт, что математика требует формальной логики условного высказывания; это нельзя рассматривать как иллюстрацию включения формальной логики условных высказываний в теорию повседневных рассуждений.

2. Если мяч покатится налево, то загорится зеленая лампочка.
Мяч не катится налево. Следовательно, лампочка не загорится.

Такие предложения называются *условными силлогизмами*. Испытуемых просят оценить, верны или нет выводы силлогизмов. В приведенных выше примерах первый вывод сделан верно, а второй неверно.

В абстрактной форме мы можем представить эти силлогизмы в следующей нотации:

$$1.\ \begin{array}{l} P \supset Q \\ P \\ \hline \therefore Q \end{array} \qquad 2.\ \begin{array}{l} P \supset Q \\ \sim P \\ \hline \therefore \sim Q \end{array},$$

где символ ⊃ обозначает следствие, а символ ~ — отрицание.

Таблица 10.1

Процентное соотношение ответов для восьми типов условных силлогизмов

Силлогизм	Всегда	Иногда	Никогда
1. $P \supset Q$ P $\therefore Q$	100[a]	0	0
2 $P \supset Q$ P $\therefore \sim Q$	0	0	100[a]
3. $P \supset Q$ $\sim P$ $\therefore Q$	5	79[a]	16
4. $P \supset Q$ $\sim P$ $\therefore \sim Q$	21	77[a]	2
5. $P \supset Q$ Q $\therefore P$	23	77[a]	0
6. $P \supset Q$ Q $\therefore \sim P$	4	82[a]	14
7. $P \supset Q$ $\sim Q$ $\therefore P$	0	23	77[a]
8 $P \supset Q$ $\sim Q$ $\therefore \sim P$	57[a]	39	4

а — правильный ответ.

Адаптировано из: Pips & Marcus, 1977.

Рассмотрим показательный эксперимент, проведенный Рипсом и Маркусом (Rips & Marcus, 1977), в котором студенты Чикагского университета получили задание оценить восемь типов силлогизмов, приведенных в табл. 10.1. Хотя силлогизмы в табл. 10.1 представлены абстрактно, испытуемым предъявлялись конкретные утверждения — такие, как те, что были даны ранее. Испытуемые должны были оценить, было ли заключение при данных посылках всегда верным, иногда верным или никогда не верным. В таблице показано процентное соотношение ответов в каждой категории для каждого типа силлогизма.

Силлогизмы 1 и 2 в таблице показывают, что испытуемые смогли довольно успешно применить модус поненс. Но у них были намного большие сложности с модусом толленс, который требует сделать правильные выводы для силлогизмов 7 и 8. В среднем по силлогизмам 7 и 8, вместе взятым, более 30% испытуемых не смогли понять, что из отрицания во второй части условного высказывания можно вывести отрицание первой части. Испытуемые также обнаружили определенную тенденцию к заблуждениям — заключениям, которые не следуют из посылок. Силлогизмы 3 и 4 являются примером заблуждения при условных умозаключениях, известного как *отрицание антецедента*. Почти 20% испытуемых считали, что можно заключить что *Q* неверно, если мы знаем, что *Если P, то Q* и что *Неверно P*. Силлогизмы 5 и 6 представляют тенденцию к заблуждению, известному как *подтверждение следствия*. По этим причинам почти 20% испытуемых считали, что мы можем заключить, что *Верно P*, зная, что *Если P, то Q* и *Q*.

Похоже, что один из источников заблуждений, показанных в проблемах с 3-й по 6-ю, состоит в том, что испытуемые не интерпретируют условные высказывания таким же образом, как это делают логики. Это различие было продемонстрировано в серии экспериментов Таплина и Стауденмайера (Taplin, 1971; Taplin & Staudenmayer, 1973; Staudenmayer, 1975). Они показали, что многие испытуемые интерпретировали условные высказывания как двустороннюю условную зависимость, по терминологии логики. Двусторонняя условная зависимость однозначно представлена в английском языке довольно странной конструкцией *если и только если* (*if and only if*). Например:

Израиль готов использовать ядерное оружие, если только ему будет грозить полное уничтожение.

При двусторонней условной зависимости, если первая или вторая посылка верна, другая также будет верна. Подобным же образом, если первая или вторая посылка неверна, другая также будет неверна.

Испытуемые хорошо оценивают условные силлогизмы, которые отражают модус поненс, но хуже оценивают другие формы условных силлогизмов.

Альтернативы логической модели

Идея о том, что испытуемые интерпретируют условные высказывания как двустороннюю условную зависимость, является одной из попыток доказать, что люди делают выводы согласно предписаниям формальной логики, но не интерпретируют посылки, как ожидалось. Однако есть альтернативное объяснение (Haviland, 1974;

Rips, 1990), суть которого состоит в том, что испытуемые делают выводы не логически, а, скорее, вероятностно. Другими словами, они рассматривают *Если Р, то Q* просто как значащее, что *Q* возможно, если имеет место *Р*. Детали такой вероятностной модели не были хорошо разработаны, но в табл. 10.2 показана гипотетическая вероятностная модель, которая может быть интерпретацией *Если Р, то Q*. В части *а* таблицы дана классификация четырех возможных состояний, которые могут быть получены пересечением результатов *Р* или *~Р* с результатами *Q* и *~Q*. Если имеет место *Р*, высока вероятность *Q*. Заметьте, что мы выбрали вероятность так, что, когда *Р* не наблюдается, немного повышается вероятность того, что *Q* не произошло. В табл. 10.2, *б* также представлены условные вероятности того, что будут происходить разнообразные события, если имеют место другие события. Например, условная вероятность *Prob*(*Q*|*P*) означает вероятность того, что произойдет *Q*, если имеет место *Р*. Согласно выборам в табл. 10.1, наибольшая условная вероятность имеется для *Prob*(*Q*|*P*), что соответствует модусу понес; следующая наибольшая условная вероятность имеется для *Prob*(~*P*|~*Q*), что соответствует модусу толленс, следующая наибольшая условная вероятность имеется для *Prob*(*P*|*Q*), что соответствует подтверждению следствия, и следующая за ней наибольшая условная вероятность для *Prob*(~*Q*|~*P*), что соответствует отрицанию антецедента. Все остающиеся условные вероятности ниже 0,5 и соответствуют рядам с близкими к нулю значениями принятия в табл. 10.1. Таким образом, тенденция испытуемых принимать логические аргументы в табл. 10.1 может отражать условные вероятности в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Вероятностная интерпретация правила $P \supset Q$

а. Вероятности

	Q	*~Q*
P	0,4	0,1
~P	0,2	0,3

б. Условные вероятности

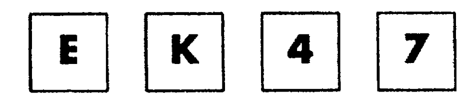
Модус понене	*Prob*(*Q*|*P*) = 0,80	*Prob*(~*Q*|*P*) = 0,20
Отрицание антецедента	*Prob*(~*Q*|~*P*) = 0,60	*Prob*(*Q*|~*P*) = 0,40
Подтверждение следствия	*Prob*(*P*|~*Q*) = 0,67	*Prob*(~*P*|*Q*) = 0,33
Модус толленс	*Prob*(~*P*|~*Q*) = 0,75	*Prob*(*P*|~*Q*) = 0,25

Условные вероятности в табл. 10.2, *б* вполне соответствуют коэффициентам принятия заключения в табл. 10.1. Но это соответствие зависит от точных вероятностей, которые мы предположили в табл. 10.2, *а*. Условные вероятности будут меняться при допущении о других вероятностях. Проблема с вероятностными объяснениями состоит в том, что сложно узнать подходящие вероятности.

Вероятностная модель предполагает, что тенденция людей принимать заключение зависит от того, насколько вероятно это заключение при данных посылках.

Задача выбора Уэйсона

Самый замечательный пример неспособности применения модус толленс получен в сериях экспериментов, выполненных Уэйсоном (Wason & Johnson-Laird, 1972, Chapters 13 and 14). Типичный эксперимент в рамках этих исследований заключался в следующем. Перед испытуемыми помещали четыре карты с изображенными на них следующими символами:



Испытуемым сообщали, что каждая карта на одной стороне имеет букву, а на другой — цифру. Задача состояла в том, чтобы оценить справедливость следующего правила, относящегося только к этим четырем картам:

- Если на карте с одной стороны изображена гласная буква, то на другой ее стороне — четное число.

От испытуемого требовалось перевернуть только те карты, которые необходимо перевернуть для оценки справедливости правила. Эта задача, часто называемая *задачей выбора*, использовалась во многих исследованиях.

Путем усреднения результатов большого количества экспериментов (Oaksford & Chater, 1994), было обнаружено что 89 % испытуемых выбрали *E*, что является логически верным выбором, так как нечетная цифра на оборотной стороне не подтвердила бы правило. Но 62 % испытуемых также переворачивали 4, что логически не информативно, так как ни гласная, ни согласная буквы на оборотной стороне не опровергнут правила. Только 25 % испытуемых решили перевернуть 7, что является логически информативным выбором, так как гласная в этом случае опровергнет правило. Наконец, только 16 % перевернули *K*, что не является информативным выбором.

Таким образом, испытуемые допускали два типа логических ошибок при выполнении этого задания. Во-первых, они часто переворачивали 4 — другой пример заблуждения при подтверждении следствия. К тому же эта реакция, должно быть, отражает интерпретацию испытуемыми условного высказывания как двусторонней условной зависимости. Но еще более поразительной была неспособность использовать модус толленс для нарушенного следствия и определения ложности предпосылки (другими словами: неспособность перевернуть 7).

Эта неспособность применения модус толленс не может быть объяснена логической интерпретацией задачи. Под логической интерпретацией понимается, что испытуемые не знали правила модус толленс. Но не так давно Оксфорд и Чейтер доказали, что испытуемые, выполняя эту задачу, рассуждают не дедуктивно, а индуктивно. С точки зрения исследователей, испытуемые пытаются найти различия между вероятностной моделью, подобной изображенной в табл. 10.2, и «нулевой» моделью, подобной изображенной в табл. 10.3, которая не содержит никакой вероятностной случайности между *P* и *Q*. В табл. 10.3 показан способ использования *P* и *Q* по отношению к событиям. Поэтому очень важно рассмотреть, как они отображают выбор в эксперименте Уэйсона:

P: На одной стороне карты имеется гласная буква (например, E).
$\sim P$: На одной стороне карты имеется согласная буква (например, K).
Q: На одной стороне карты имеется четное число (например, 4).
$\sim Q$: На одной стороне карты имеется нечетное число (например, 7).

Таблица 10.3

Вероятностная интерпретация нулевого правила

а. Вероятности

	Q	$\sim Q$
P	0,16	0,24
$\sim P$	0,24	0,36

б. Условные вероятности

Модус поненс	$Prob(Q\|P) = 0{,}40$	$Prob(\sim Q\|P) = 0{,}60$
Отрицание антецедента	$Prob(\sim Q\|\sim P) = 0{,}60$	$Prob(Q\|\sim P) = 0{,}40$
Подтверждение следствия	$Prob(P\|\sim Q) = 0{,}40$	$Prob(\sim P\|Q) = 0{,}60$
Модус толленс	$Prob(\sim P\|\sim Q) = 0{,}60$	$Prob(P\|\sim Q) = 0{,}40$

По Оксфорду и Чейтеру, испытуемые выбирают карты, информативные в статистическом смысле. Карта информативна тогда, когда ожидание, связанное с ней, согласно модели $P \supset Q$ (табл. 10.2), отличается от ожидания по нулевому правилу (табл. 10.3). Выберем карту E, что соответствует условному P в таблицах. Согласно условной модели (табл. 10.2), существует 80 %-ная вероятность Q (четного числа), а по нулевой модели (табл. 10.3) — 40 %-ная. Эта большая разница доказывает информативность карты. Рассмотрим выбор 4, который, согласно логической модели, неинформативен. Это соответствует условному Q. По вероятностной модели (табл. 10.2), есть 67 %-ная вероятность P (гласной), а согласно нулевой модели (табл. 10.2), — 40 %-ная, что также является значительной разницей. Рассмотрим выбор 7, *модус толленс* в логической модели. Это соответствует условному $\sim Q$. По вероятностной модели (табл. 10.2) — 75 %-ный шанс $\sim P$ (согласной), а в нулевой модели — 60 %-ный, и это небольшое различие. Наконец, рассмотрим выбор K, который соответствует в таблицах условному $\sim P$. И по вероятностной (табл. 10.2), и по нулевой (табл. 10.3) модели существует 60 %-ная вероятность $\sim Q$ (четного числа) — в данном случае разница отсутствует. Просуммировав эти случаи, можно заключить, что различия в вероятностях результатов, полученных по двум моделям, достаточно точно отражают частоту выборов испытуемых.

Точные объяснения Оксфорда и Чейтера достаточно слабо зависят от вероятностей в табл. 10.2 и 10.3. Их аргументы верны, если вероятности P и Q низки. Они это называют условием редкости. Например, предположим, что вы интересовались тем, лечит ли одно редкое лекарство редкую сыпь. Так как предполагаемые отношения вероятностны, а сыпь редкая, было бы разумно проверить людей, которые принимали лекарство (P), и посмотреть, есть ли у них сыпь, а также проверить людей, у которых была сыпь (Q), и узнать, принимали ли они лекарство. Так

как и сыпь, и лекарство редки, проверка людей, у которых не было сыпи (~*Q*), не была бы информативной, потому что почти все они не принимали лекарство (~*F*).

Поведение в задаче Уэйсона по выбору карт может быть объяснено, если мы примем утверждение, что испытуемые выбирают те карты, которые являются информативными согласно вероятностной модели.

Разрешительная интерпретация условных высказываний

Можно интерпретировать связку «если» иначе, чем как логическую операцию или как вероятностную операцию. Рассмотрим следующее утверждение: «Если человек пьет пиво, следовательно, ему более 19 лет». Наиболее естественно интерпретировать это не как логическое или вероятностное утверждение, а как утверждение о данном конкретном случае. Это иногда называют *схемой разрешения* логической связки (Cheng & Holyoak, 1985). Григгс и Кокс (Griggs & Cox, 1982) изучали при помощи этого правила поведение испытуемых в парадигме, формально эквивалентной задаче Уэйсона на выбор карт. Испытуемым была дана инструкция представить, что они — офицеры полиции, в чью задачу входит следить за выполнением правил употребления спиртных напитков. Им раздали по четыре карточки, которые представляли людей, сидящих вокруг стола. На одной стороне каждой карточки был указан возраст человека, а на другой — напиток, который пил этот человек. Карточки были помечены следующим образом: «Пьет пиво», «Пьет колу», «16 лет» и «22 года». В задачу испытуемых входило выбрать тех людей (перевернуть соответствующие карты), о которых требовалась дополнительная информация для определения, нарушил человек закон или нет. В данной ситуации 74% испытуемых выбрали логически верные карты (а именно «Пьет пиво» и «16 лет»).

Возможно, лучший результат испытуемых в этом эксперименте просто отражает то, что правило хорошо знакомо. Испытуемые были студентами старших курсов университетов Флориды, а правило касалось употребления спиртных напитков и в то время действовало во Флориде. Возможно, испытуемые не смогли бы рассуждать столь же успешно, если бы похожее правило было им незнакомо. Чтобы исследовать эти две возможности, Ченг и Холиоак (Cheng & Holyoak, 1985) провели следующий эксперимент. Одну группу испытуемых просили оценить в связи с рядом примеров следующее бессмысленное правило: «Если на одной стороне бланка написано "Въезд", то на другой стороне в списке болезней будет присутствовать холера». Другой группе было дано то же правило и его разумное обоснование, которое определенно связывало его с идеей разрешения. Обоснование было следующим: чтобы чиновники по эмиграции разрешили кому-либо въезд в данную страну, необходимо, чтобы данному человеку была сделана прививка против холеры. Одна сторона формы показывала, въезжает человек в страну или совершает транзитный переезд, а другая сторона содержала список болезней, от которых пассажиру была сделана прививка. Испытуемым был предложен набор форм, на которых было написано «Транзит» или «Въезд» и «Холера, тиф, гепатит» или «Тиф, гепатит». Результат группы, которой было представлено обоснование правила, был значительно лучше, чем результат группы, которая знала лишь о бессмысленном правиле, т. е. испытуемые первой группы знали, что следует про-

верить форму «Въезд» и форму «Тиф, гепатит». Так как испытуемые не имели опыта работы с данным правилом, очевидно что их успешный результат зависит от применения понятия разрешения, а не от степени знакомства с конкретным правилом.

Космидес (Cosmides, 1989) и Гайгерензер и Хьюг (Gigerenzer & Hug, 1992) доказали, что успешный результат при работе с такими правилами (которые они назвали правилами социального контракта) зависит от нашего навыка определения обманщиков. Гайгерензер и Хьюг просили испытуемых оценить следующее правило:

- Если студент посещает гроверскую среднюю школу, то он должен жить в Гровер-Сити.

В условии потенциального обмана испытуемых просили принять точку зрения члена администрации средней школы Гровера, занимающегося выявлением учащихся, нелегально посещающих школу. В условии без обмана их просили принять точку зрения официального представителя правительства Германии, который просто хотел узнать, действует ли это правило в средней школе Гровера. Гайгеренцер и Хьюг интересовались частотой, с которой испытуемые будут выбирать студентов, посещающих школу Гровера, и студентов, которые не живут в Гровер-Сити, что логически верно. В условии обмана, когда испытуемые принимали сторону члена администрации школы, 80 % испытуемых выбрали только эти две возможности, показав результаты, типичные для применения правил разрешения. В условии без обмана, когда они принимали точку зрения незаинтересованного гостя, только 45 % испытуемых выбрали две эти возможности.

Когда испытуемые определяют, был ли нарушен социальный контракт, они показывают очень хорошее отношение логически верных и неверных ответов в задаче Уэйсона по выбору карт.

Выводы

Логическая связка «если», по-видимому, может иметь различные интерпретации. Мы обсудили ее вероятностную и разрешительную интерпретацию. Люди также способны принять ее логическую интерпретацию. Не будет сюрпризом, если я скажу, что эту интерпретацию принимают логики и изучающие логику при выполнении логических операций. Исследование процесса их рассуждения (Lewis, 1985; Schemes & Sieg, 1994) с применением логической связки показывает, что оно похоже на математическое, как рассуждение в области геометрии, обсуждавшееся в предыдущей главе. В основном, они принимают проблемный подход к формальному рассуждению о логической связке. Люди принимают проблемный подход по отношению и к другим интерпретациям, но эти другие интерпретации подразумевают другие операторы решения проблем.

Удивительно, но изучение логики не всегда ведет к лучшему результату в оригинальной задаче Уэйсона по выбору карт. В исследовании Ченга, Холиоака, Нисбетта и Оливера (Cheng, Holyoak, Nisbett, & Oliver, 1986) студенты колледжа, только что закончившие изучение семестрового курса логики, показали результат всего лишь на 3 % лучше, чем те, кто не изучал формальную логику. Это наблюдалось не потому, что они не знали правил логики; скорее, они не применяли

их в данной логической задаче. Они предпочитали применение некоторых нелогических интерпретаций правила.

Люди используют различные операторы решения проблем в зависимости от интерпретации логической связки «если».

Рассуждение о кванторах

Многие человеческие знания связаны с *логическими кванторами*, такими как *все* или *некоторые*. Примером этого служит знаменитое изречение Линкольна: «Некоторое время можно обманывать всех людей, некоторых людей можно обманывать постоянно, но невозможно постоянно обманывать всех людей», — или научные законы, например третий закон Ньютона: «Действию всегда соответствует равное и противоположно направленное противодействие». Важно понимать, как мы используем такие кванторы в процессе рассуждения. В этом разделе мы рассмотрим исследования того, как строятся умозаключения на основе таких кванторов в простых предложениях. Как и в случае с логической связкой «если», мы увидим, что существуют различия между интерпретацией кванторов в логике и тем, как их понимают люди.

Категорический силлогизм

Современная логика тесно связана с анализом значений кванторов *все*, *ни один*, *некоторые*, например:

- Все философы читают некоторые книги.

Большинство из нас оценивает это утверждение как верное. Логик сказал бы, что это значит, что мы склонны верить в то, что не сможем найти философа, не читающего книги, но большинство из нас с легкостью согласятся с тем, что философы существовали до появления книг или что где-нибудь в мире можно найти неграмотного человека, проповедующего достаточно глубокие идеи, чтобы заслужить звание «философа». Это иллюстрирует тот факт, что часто, используя слово *все* в реальной жизни, мы имеем в виду «большинство» или «с большой вероятностью». Аналогично когда мы используем *ни один*, как в утверждении

- Ни один врач не беден,

мы часто имеем в виду «почти» или «с малой вероятностью». Но как в случае с условными высказываниями, при изучении рассуждений рассматривается логическая интерпретация. Большинству испытуемых известна строгая логическая интерпретация, и инструкции предписывают им принять именно эту точку зрения.

В конце XIX — начале XX в. сложность логического анализа конструкций с использованием кванторов значительно возросла (Church, 1956). Такое более продвинутое рассмотрение кванторов описано в большинстве современных учебников по логике. Но большинство исследований кванторов в психологии сосредоточено на более простом и старом методе дедукции с применением кванторов, называемом *категорическим силлогизмом*. Во многих работах Аристотеля по рассуждению рассматривается категорический силлогизм. Расширенное обсуждение

этих типов силлогизмов может быть найдено в старых учебниках по логике, например в работе Коэна и Найджела (Cohen & Nagel, 1934).

К категорическим силлогизмам относятся высказывания, содержащие кванторы *некоторые, все, ни один, некоторые не*. Ниже приведены примеры таких категорических высказываний.

1. Все врачи богаты.
2. Некоторые юристы недобросовестны.
3. Ни один политик не заслуживает доверия.
4. Некоторые актеры некрасивы.

В экспериментах категории (например, врачи, богатые люди, юристы, недобросовестные люди) в таких высказываниях часто обозначены буквами, например *A*, *B*, *C* и т. д. Эта система служит для удобства записи. Таким образом, высказывания могут быть записаны следующим образом.

1. Все *A* суть *B*.
2. Некоторые *C* суть *D*.
3. Ни одно *E* не суть *F*.
4. Некоторые *G* не суть *H*.

Типичный категорический силлогизм состоит из двух посылок и заключения. Вот типичный пример:

1. Все *A* суть *B*.
   Все *B* суть *C*.
   ____
   ∴ Все *A* суть *C*.

Этот силлогизм большинство людей правильно оценивают как верный. С другой стороны, многие принимают следующий неверный силлогизм:

2. Некоторые *A* суть *B*.
   Некоторые *B* суть *C*.
   ____
   ∴ Некоторые *A* суть *C*.

Чтобы увидеть, что это неверно, замените *A* словом «женщины», *B* — словом «юристы» и *C* — словом «мужчины».

Исследования рассуждений, использующих кванторы, были сосредоточены на категорических силлогизмах.

Атмосферная гипотеза

Главная проблема испытуемых в связи с категорическими силлогизмами заключается в том, что они склонны к принятию ложных умозаключений. Но испытуемые не так уж неразборчивы в принятии силлогизмов. Например, даже если они примут пример 2, приведенный выше, они не примут пример 3:

3. Некоторые *A* суть *B*.
   Некоторые *B* суть *C*.
   ____
   ∴ Ни одно *A* не есть *C*.

Чтобы объяснить паттерны принятия и отвержения умозаключений у испытуемых, Вудворт и Селлс (Woodworth & Sells, 1935) предложили *атмосферную гипотезу*. Согласно этой гипотезе, логические термины (*некоторые, все, ни один* и *некоторые не*), используемые в посылках силлогизмов, создают «атмосферу», которая предрасполагает испытуемых к принятию заключений, содержащих такие же термины. Атмосферная гипотеза состоит из двух частей. Одна из них утверждает, что испытуемые склонны к принятию утвердительного заключения, если посылки утвердительны, и к принятию отрицательного, если посылки отрицательны. Если посылки разного типа, испытуемые предпочтут отрицательные. Таким образом, они были бы склонны принять следующий неверный силлогизм:

4. Ни одно *A* не есть *B*.
   Все *B* есть *C*.
   ___
   ∴Ни одно *A* не есть *C*.

Чтобы увидеть, что это неверно, замените *A* словом «мужчины», *B* — словом «женщины» и *C* — словом «люди».

Другая часть атмосферной гипотезы касается отличий в реакции испытуемых на частные утверждения (*некоторые* или *некоторые не*) и общие утверждения (*все* или *ни один*). Как показывает пример 4, испытуемые принимают общее заключение, если посылки общие. Если же посылки частные, они склонны принимать частное заключение. Это объясняет принятие силлогизма 2, приведенного выше. Если одна посылка частная, а вторая общая, испытуемые предпочитают частное заключение. Так, они примут следующий неверный силлогизм:

5. Все *A* суть *B*.
   Некоторые *B* суть *C*.
   ___
   ∴Некоторые *A* суть *C*.

Чтобы увидеть, что это неверно, замените *A* словом «мужчины», *B* — словом «люди» и *C* — словом «женщины».

Атмосферная гипотеза утверждает, что испытуемые склонны принимать заключения, содержащие те же кванторы, что и посылки.

Ограничения атмосферной гипотезы

Атмосферная гипотеза представляет весьма сжатую характеристику поведения испытуемых при оценке силлогизмов, но она почти не говорит нам о том, что и почему испытуемые фактически делают. Ее характеристика поведения испытуемых также лишь приблизительно верна. Прежде всего, согласно этой гипотезе, испытуемые должны были бы с одинаковой вероятностью принимать и верные, и неверные заключения, удовлетворяющие гипотезе. То есть она предсказывает, что испытуемые с одинаковой вероятностью приняли бы

6. Все *A* суть *B*.
   Некоторые *B* суть *C*.
   ___
   ∴Некоторые *A* суть *C*,

что неверно, и

7. Некоторые *A* суть *B*.
Все *B* суть *C*.
∴ Некоторые *A* суть *C*,

что верно. На самом же деле испытуемые чаще принимают заключение в верном случае. Таким образом, они демонстрируют некоторую способность правильной оценки силлогизмов.

Другим ограничением атмосферной гипотезы служит неудачное предсказание ею влияния, оказываемого на оценку достоверности силлогизма его формой. Например, гипотеза предсказывает, что испытуемые скорее всего отвергнут следующий неверный силлогизм:

8. Некоторые *A* суть *B*.
Некоторые *B* суть *C*.
∴ Некоторые *A* суть *C*,

но примут ошибочный:

9. Некоторые *B* суть *A*.
Некоторые *C* суть *A*.
∴ Некоторые *A* суть *C*.

На самом же деле было установлено (Johnson-Laird & Steedman, 1978), что испытуемые чаще принимали ошибочное утверждение в первом случае. В общем случае испытуемые более склонны принять заключение, ведущее от *A* к *C*, если они находят цепь, ведущую от *A* к *B* в первой посылке и от *B* к *C* во второй. Другие эффекты, оказываемые формой аргументов, а не кванторами, были показаны Дикштейном (Dickstein, 1978).

Еще одна проблема с атмосферной гипотезой заключается в том, что она не описывает поведение испытуемых при наличии двух отрицательных посылок. Если испытуемым предложить следующие посылки:

Ни одно *A* не есть *B*.
Ни одно *B* не есть *C*,

атмосферная гипотеза предсказывает, что испытуемые скорее всего примут неверное заключение:

∴ Ни одно *A* не есть *C*.

На самом деле большинство испытуемых вообще откажутся принять какое-либо заключение, если обе посылки отрицательны, что является верной тактикой (Dickstein, 1978). Если испытуемым представлена неверная посылка, атмосферная гипотеза предсказывает, что они примут отрицательное заключение, но это происходит в очень малом количестве случаев.

Выборы испытуемых лишь приблизительно соответствуют атмосферной гипотезе, и они часто оказываются более точными, чем следует из предсказаний, сделанных на ее основе.

Объяснение процесса

В последнее время предпринималось большое количество попыток объяснения манипуляций, производимых испытуемыми с категорическими силлогизмами, в терминах когнитивных процессов. Так, объяснение процесса размышления у испытуемых, данное Джонсон-Лэрдом (Johnson-Laird & Steedman, 1978; Johnson-Laird, 1983), сводилось к тому, что испытуемые создают ментальную модель, удовлетворяющую посылкам силлогизма, а затем проверяют, удовлетворяет ли она заключению. Похожая идея выдвигалась Гайотом и Стернбергом (Guyote & Sternberg, 1981). Это объяснение называется *теорией ментальной модели*. Рассмотрим следующие посылки:

Все квадраты полосатые.
Некоторые из полосатых объектов имеют отчетливые границы.

На рис. 10.1, *а* показано, что́ могут вообразить испытуемые согласно объяснению Джонсон-Лэрда в качестве конкретизации этих посылок. Испытуемый представил группу объектов, часть из которых квадратные, а часть — округлые, часть – полосатые, а часть — чистые, и часть с отчетливыми границами, а другая без них. Эта картина представляет одну из возможных интерпретаций данных посылок. Когда испытуемого просили оценить следующее заключение:

∴ Некоторые квадраты имеют отчетливые границы,

он изучил диаграмму и сделал вывод, что это верно. Проблема в данном случае заключается в том, что возможны иные интерпретации посылок, например представленная на рис. 10.1, *б*. В этом случае данное заключение ошибочно. Джонсон-Лэрд заявляет, что испытуемые сталкиваются со значительными трудностями при

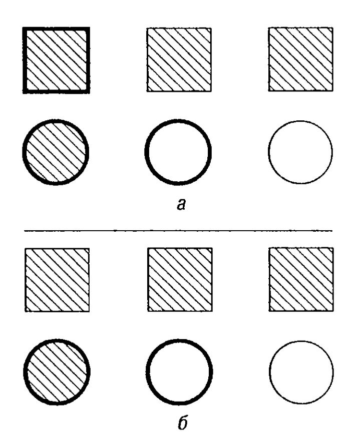


Рис. 10.1. Две возможные модели, удовлетворяющие посылкам силлогизма, приведенного выше

построении альтернативных моделей. Таким образом, испытуемый, опираясь на посылки, создает конкретную модель и исследует ее для получения верного заключения. Этот вид мыслительного паттерна эвристически достаточно хорош, но может приводить к ошибкам, как показано в данном примере. Джонсон-Лэрд (Johnson-Laird, 1983) разработал компьютерную модель своей теории, воспроизводящую многие ошибки, допускаемые испытуемыми. Джонсон-Лэрд (Johnson-Laird, 1995) также утверждает, что существуют неврологические данные в пользу теории психической модели. Он отмечает, что пациенты с повреждением правого полушария испытывают больше проблем в задачах, требующих рассуждения, чем пациенты с повреждением левого полушария. Он считает, что правое полушарие участвует в пространственной обработке таких объектов, как мысленные образы.

По существу, доводом Джонсона-Лэрда является то, что ошибки в умозаключениях появляются потому, что люди не учитывают возможные объяснения посылок. То есть испытуемый считает объяснением рис. 10.1, *а* и не учитывает вероятность рис. 10.1, *б*. Джонсон-Лэрд (личный контакт) утверждает, что огромное количество ошибок в рассуждениях происходит вследствие неспособности людей учитывать возможные объяснения данных. Например, одной из причин чернобыльской катастрофы было то, что в течение нескольких часов инженеры не принимали во внимание возможности повреждения реактора.

Множество других теорий (Ceraso & Provitera, 1971; Chapman & Chapman, 1959; Chater & Oaksford, в печати; Erickson, 1974; Henle, 1962; Wetherick, 1989) пытаются объяснить, почему испытуемые допускают ошибки, связанные с категорическими суждениями. Общим во всех этих теориях является предположение о том, что испытуемые не рассматривают задачу так, как предписывает логика. Многие, и в том числе Джонсон-Лэрд, допускают, что испытуемые склонны к очень узкой и конкретной интерпретации суждения. Это исследование показывает, что испытуемые рассуждают в терминах ментальных моделей. Вместо умозаключений, согласно формальным правилам, они выстраивают отдельную модель для конкретной ситуации и определяют, что истинно в данной ситуации.

В предыдущем разделе этой главы речь шла о том, что испытуемые иногда рассматривают условные высказывания как вероятные. Имеются данные, что испытуемые также иногда рассматривают категорические высказывания как вероятностные суждения (Chapman & Chapman, 1959; Henle, 1962). Предположим, кому-то сказали:

Некоторые из синих тарелок большие.
Некоторые из больших тарелок грязные.

Человек может истолковать это как то, что 50 % синих тарелок большие и 50 % синих тарелок грязные. Предполагая независимость данных, читатель может сделать вывод, что 50 % больших синих тарелок грязные и поэтому 25 % синих тарелок грязные. Таким образом, из этого следует заключение

∴ Некоторые из синих тарелок грязные.

Фактически, возможно, что в большинстве ситуаций в реальном мире, где эти две посылки истинны, это заключение было бы также верно. Вообще, ошибки людей при рассуждении с использованием категорических силлогизмов состоят

в том, что люди принимают заключения, которые не обязательно истинны, но фактически имеют тенденцию быть истинными в реальных ситуациях.

Ошибки в оценке силлогизмов можно объяснять, допуская, что испытуемые принимают различные конкретные или вероятностные интерпретации посылок.

Индуктивное умозаключение

Мы приводили много фактов, подтверждающих, что поведение испытуемых при решении задач на дедуктивное умозаключение иногда может рассматриваться как отражение в большей степени вероятностного умозаключения. Индуктивное умозаключение — это термин, обычно использующийся для описания процессов, в результате которых человек приходит скорее к вероятным, чем к бесспорным заключениям. Это, очевидно, намного полезнее в нашей повседневной жизни, где очень мало определенности и, в лучшем случае, события лишь весьма вероятны. Оказывается, что математики и философы построили предписывающую модель того, как люди должны рассуждать в ситуациях, требующих применения индукции. Она основана на математической *теореме Байеса*. Многие исследования в этой области касались того, насколько хорошо действия испытуемых соответствуют предписаниям теоремы Байеса.

Теорема Байеса

В качестве примера применения теоремы Байеса предположим, что я пришел домой и обнаружил, что дверь приоткрыта. У меня возникла гипотеза, что это мог сделать грабитель. Как я оцениваю эту гипотезу? Можно рассматривать ее как условный силлогизм следующего вида:

Если грабитель находится в доме, то дверь будет открыта.
Дверь открыта.
____
∴ Грабитель находится в доме.

В качестве условного силлогизма это можно расценивать как отражение ошибки подтверждения следствия. Но эта гипотеза несколько правдоподобна как индуктивный аргумент. Теорема Байеса предоставляет способ оценки того, насколько она вероятна. Она объединяет то, что называется априорной вероятностью и условными вероятностями, чтобы произвести то, что называется апостериорной вероятностью, служащей мерой силы заключения.

Априорная вероятность — это вероятность того, что гипотеза является истинной перед рассмотрением доказательства (например, дверь приоткрыта). Чем менее вероятна гипотеза до доказательства, тем менее вероятна она должна быть после доказательства. Обозначим гипотезу о том, что мой дом был ограблен, как *H*. Предположим, что я знаю из полицейской статистики, что вероятность ограбления дома в той местности, где я живу, в любой отдельный день равна 1 из 1000. Эта вероятность выражается так:

$$Prob(H) = 0{,}001.$$

Это уравнение выражает априорную вероятность гипотезы, или вероятность того, что гипотеза верна до доказательства. Другая априорная вероятность, необ-

ходимая для применения теоремы Байеса, — вероятность того, что дом не был ограблен. Эта дополнительная гипотеза обозначена $\sim H$. Ее значение равно 1 минус $Prob(H)$ и выражается так:

$$Prob(\sim H) = 0{,}999.$$

Условная вероятность — это вероятность того, что доказательство определенного типа является истинным, если истинна определенная гипотеза. Рассмотрим, какой будет условная вероятность доказательства (дверь приоткрыта) при двух гипотезах. Предположим, что я полагаю, что вероятность того, что дверь открыта, весьма высока, если меня ограбили, например 4 из 5. Пусть E обозначает доказательство, или то, что дверь открыта. Тогда мы обозначим эту условную вероятность E при условии, что H верно, как:

$$Prob(E|H) - 0{,}8.$$

Далее, мы определяем вероятность E при условии, что H неверно. Предположим, что я знаю, что вероятность того, что дверь открытая, если никакой кражи не произошло (например, случайно или у соседа был ключ), равна лишь 1 из 100. Обозначим это так:

$$Prob(E|\sim H) = 0{,}01,$$

т. е. вероятность E при условии, что H неверно.

Апостериорная вероятность — это вероятность того, что гипотеза истинна после рассмотрения доказательств. Нотация $Prob(H|E)$ обозначает апостериорную вероятность гипотезы H при наличии доказательства E. Согласно теореме Байеса, мы можем так вычислить апостериорную вероятность H того, что дом был ограблен при данных доказательствах:

$$Prob(H|E) = \frac{Prob(E|H)Prob(H)}{Prob(E|H)Prob(H) + Prob(E|\sim H)Prob(\sim H)}.$$

Мы можем найти $Prob(H|E)$, подставив взятые нами значения в это уравнение:

$$Prob(H|E) = \frac{(0{,}8)(0{,}001)}{(0{,}8)(0{,}001) + (0{,}01)(0{,}999)} = 0{,}074.$$

Таким образом, вероятность того, что мой дом был ограблен, все же меньше, чем 8 из 100. Обратите внимание, что апостериорная вероятность настолько низка даже при том, что открытая дверь — хорошее доказательство кражи, а не нормального состояния дел: $Prob(E|H) = 0{,}8$ в сравнении с $Prob(E|\sim H) - 0{,}01$. Апостериорная вероятность все же весьма низкая, потому что априорная вероятность H — $Prob(H) - 0{,}001$ — была очень низкой с самого начала. Относительно этого низкого начального значения апостериорная вероятность значительно возросла.

В табл. 10.4 дана иллюстрация теоремы Байеса применительно к примеру кражи. Имеются четыре возможных состояния, определяющихся тем, верна ли гипотеза, и тем, открыта ли дверь. Вероятность каждого состояния сформулирована в четырех ячейках таблицы. Вероятность каждого состояния равна априорной вероятности гипотезы, умноженной на условную вероятность данного события при условии того, что гипотеза верна. Например, рассмотрим ячейку вверху слева. Так как $Prob(H) = 0{,}001$ и $Prob(E|H) = 0{,}8$, вероятность в этой ячейке равна 0,0008.

11 Зак. 764

Четыре вероятности в этих ячейках должны в сумме давать единицу. Если дверь открыта, мы можем убрать две ячейки в нижнем ряду таблицы. Так как одно из двух остающихся состояний должно иметь место, сумма апостериорных вероятностей двух остающихся состояний должна быть равна единице. Теорема Байеса обеспечивает нас средствами пересчета вероятностей состояний в свете фактов, которые делают невозможным один ряд матрицы. При вычислении апостериорной вероятности мы берем вероятность верхней левой ячейки в табл. 10.4, где гипотеза *H* верна, и делим ее на сумму вероятностей в двух верхних ячейках, которые представляют два единственно возможных состояния, т. е. 0,00080/0,01079=0,074.

Таблица 10.4

Анализ теоремы Байеса

	Ограблен	Не ограблен	Сумма вероятностей
Дверь открыта	$Prob(E\|H)Prob(H)=$ $=0,00080$	$Prob(E\|{\sim}H)Prob({\sim}H)=$ $=0,00999$	0,01079
Дверь не открыта	$Prob({\sim}E\|H)Prob(H)=$ $=0,00020$	$Prob({\sim}E\|{\sim}H)Prob({\sim}H)=$ $=0,98901$	0,98921
Сумма вероятностей	0,00100	0,99900	1,00000

Адаптировано из: Hayes, 1984.

Теорема Байеса опирается на математический анализ характера вероятности. Может быть доказано, что формула правильно оценивает гипотезу; таким образом, она позволяет нам точно определить апостериорную вероятность гипотезы при наличии априорной и условной вероятностей. Теорема служит *предписывающей моделью*, или нормативной моделью, определяя средства оценки вероятности гипотезы. Такая модель отличается от *дескриптивной модели*, которая определяет, что люди фактически делают. Люди обычно не производят вычислений, подобных приведенным выше, которые выходят за рамки предписанных формальной логикой. Тем не менее они в различной степени принимают суждения, подобные тому, что их дом был ограблен. Кроме того, сила их убежденности изменяется в зависимости от доказательств типа того, была ли дверь обнаружена открытой. Интересен вопрос, изменяется ли сила их убежденности в соответствии с теоремой Байеса.

Теорема Байеса определяет, как объединить априорную вероятность гипотезы с условными вероятностями доказательства, чтобы получить апостериорную вероятность гипотезы.

Пренебрежение базовой нормой

В предыдущем примере многим кажется удивительным, что открытая дверь не обеспечивает доказательства в той степени, в которой можно ожидать. Это объясняется тем, что они не оценивают важность априорных вероятностей. Люди иногда игнорируют априорные вероятности. Канеман и Тверски (Kahneman & Tversky, 1973) сообщали группе испытуемых, что из 100 человек, среди которых было 70 инженеров и 30 адвокатов, наугад был выбран один. Эта группа испытуемых

была названа группой с большинством инженеров. Второй группе, с меньшинством инженеров, сообщалось, что человек взят из набора, состоящего из 30 инженеров и 70 адвокатов. Исследователи попросили обе группы определить вероятность того, что человек, выбранный наугад, будет инженером, при условии, что о нем не давалось никакой другой информации. Испытуемые могли правильно определить априорные вероятности в своих ответах: в группе с большинством инженеров оценка равнялась 0,70, а в группе с меньшинством инженеров — 0,30. Затем испытуемым сообщали, что из данной совокупности был выбран другой человек, и им давали следующее описание:

> Джек — 45-летний мужчина. Он женат и имеет четверых детей. Он в целом консервативен, осторожен и честолюбив. Он совершенно не интересуется политическими и социальными проблемами и тратит бóльшую часть свободного времени на многочисленные хобби, которые включают в себя парусный спорт и разгадывание математических головоломок.

Испытуемые в обеих группах давали оценку вероятности, равную 0,90, гипотезе, что этот человек был инженером. Не обнаружилось никакого различия между двумя группами, которые дали различные оценки априорных вероятностей для гипотезы инженера. Но, согласно теореме Байеса, априорная вероятность должна оказывать сильное влияние и приводить к более высокой апостериорной вероятности группы с большинством инженеров, чем группы с меньшинством инженеров. Канеман и Тверски также использовали следующее типовое описание:

> Дик — 30-летний мужчина. Он женат, но детей нет. Являясь человеком с большими способностями и высокой мотивацией, он может добиться больших успехов в своей области. Его любят коллеги.

Этот пример был предназначен не для того, чтобы обеспечить какую-либо диагностическую информацию о профессии Дика. Согласно теореме Байеса, апостериорная вероятность гипотезы об инженере должна быть такой же, как и априорная вероятность, поскольку это описание не информативно. Но и группа с высокой оценкой вероятности гипотезы инженера, и группа с низкой вероятностью оценили вероятность того, что описываемый человек был инженером, как 0,50. Таким образом, они позволили, чтобы совершенно не информативное событие изменило их оценки вероятности. И снова испытуемые показали, что они совершенно не могут использовать априорную вероятность при оценке апостериорной вероятности гипотезы.

Неспособность принять во внимание априорную вероятность может привести человека к совершенно необоснованным выводам. Например, представьте, что вы проходите медицинское обследование на выявление рака. Известно, что при особом виде рака положительный результат будет в 95% случаев. С одной стороны, если человек не болен раком, вероятность получения положительного результата равна лишь 5%. Представьте, что вам сообщили о положительном результате. Если вы такой же, как и все люди, вы предположите, что ваша вероятность умереть составляет 95 из 100 (Hammerton, 1973). Вы бы резко отреагировали, полагая, что болезнь смертельна, но вы также сделали бы серьезнейшую ошибку в оценке вероятности. Какова ошибка?

Вы бы не определили степень опасности (априорную вероятность) для данного вида рака. Представьте, что только 1 человек из 10 000 людей болен этим видом рака. Это ваша априорная вероятность. Теперь, располагая этой информацией, вы наверняка сможете определить вашу апостериорную вероятность оказаться больным раком. Применяя формулу Байеса, вы можете выразить эту проблему следующим образом:

$$Prob(H|E) = \frac{Prob(H) \times Prob(E|H)}{Prob(H) \times Prob(E|H) + Prob(\sim H) \times Prob(E|\sim H)},$$

где априорная вероятность гипотезы наличия рака равна $Prob(H)$=0,0001, и $Prob(\sim H) = 0{,}9999$, $Prob(E|H) = 0{,}95$, и $Prob(E|\sim H) = 0{,}05$. Таким образом,

$$Prob(H|E) = \frac{(0{,}0001)(0{,}95)}{(0{,}0001)(0{,}95) + (0{,}9999)(0{,}05)} = 0{,}0019.$$

То есть апостериорная вероятность наличия у вас рака была бы все же меньше, чем 1 из 500.

Люди часто не принимают в расчет априорную вероятность, делая выводы о вероятности события.

Консерватизм

Предыдущий пример показал, что люди обращают слишком много внимания на доказательства. Но бывают ситуации, когда люди недостаточно взвешивают факты, особенно если имеется много данных, поддерживающих определенное умозаключение. Уорд Эдвардс (Edwards, 1968) подробно изучал, как люди используют новую информацию, чтобы подогнать свои оценки к вероятности различных гипотез. В одном из экспериментов он предъявлял испытуемым два мешка, по 100 фишек для игры в покер в каждом. В одном было 70 красных и 30 синих фишек, в другом — 70 синих и 30 красных. Экспериментатор выбрал один из мешков наугад, и задание состояло в том, чтобы решить, какой мешок был выбран.

При отсутствии любой априорной информации вероятность выбора любого мешка равна 50 %. Таким образом:

$$(1) \qquad Prob(H_R) = 0{,}50 \text{ и } Prob(H_B) = 0{,}50,$$

где H_R — гипотеза преобладающе красного мешка и H_B — гипотеза преобладающе синего мешка. Чтобы получить дальнейшую информацию, испытуемые доставали фишки наугад из мешка. Предположим, что первая вытащенная фишка была красной. Условная вероятность красной фишки, вытащенной из каждого мешка, такова:

$$(2) \qquad Prob(R|H_R) = 0{,}70 \text{ и } Prob(R|H_B) = 0{,}30.$$

Теперь мы можем вычислить апостериорную вероятность того, что мешок преобладающе красный, при условии, что данная фишка красная, применяя уравнение (1) к этой ситуации:

$$(3) \qquad Prob(R|H_R) = \frac{Prob(R|H_R) \times Prob(H_R)}{Prob(R|H_R) \times Prob(H_R) + Prob(E|H_B) \times Prob(\sim H_B)},$$

$$(4)\qquad Prob(R|H_R) - \frac{(0{,}70)(0{,}50)}{(0{,}70)(0{,}50)+(0{,}30)(0{,}50)} = 0{,}70.$$

Этот результат кажется довольно резким увеличением вероятности и для начинающих, и для искушенных опытом наблюдателей. Как правило, испытуемые не увеличивают вероятность мешка с большинством красных фишек до 0,70; скорее, они делают более умеренный пересмотр к такому значению, как 0,60.

После этой первой попытки эксперимент продолжается: покерную фишку кладут в мешок и достают наугад вторую фишку. Предположим, что эта фишка тоже красная. Снова, применяя теорему Байеса, мы можем показать, что следующая вероятность мешка с большинством красных фишек составляет 0,84. Предположим, что наши наблюдения продолжатся в течение еще 10 испытаний, и после всех 12, которые мы наблюдали, мы получаем 8 красных и 4 синие фишки. Продолжая Байесов анализ, мы можем показать, что новая апостериорная вероятность того, что будет мешок с большинством красных фишек, составляет 0,97. Испытуемые, которые видят последовательность лишь 12 испытаний, субъективно оценивают апостериорную вероятность мешка с большинством красных фишек как 0,75. Эту склонность испытуемых недооценивать силу доказательств Эдвардс назвал консерватизмом. По его оценке, испытуемые использовали от пятой части до половины имеющихся доказательств от каждой фишки.

Люди часто недооценивают совокупную силу доказательств при оценке вероятности.

Соответствие теоремы Байеса и опыта

Все предыдущие примеры показывали, что испытуемые могут быть весьма далеки от истины в своих оценках вероятности. Возможно, испытуемые действительно не понимают вероятностей или не умеют рассуждать о них. Конечно, редкий испытуемый в этих экспериментах может воспроизвести теорему Байеса, не говоря уже об использовании при вычислении формулы Байеса. Есть данные о том, что, хотя испытуемые не могут точно назвать правильные вероятности, многие аспекты их поведения соответствуют принципам Байеса. Если возвратиться к различию между эксплицитным и имплицитным, обсуждавшемуся в главе 7, то оказывается, что люди часто демонстрируют имплицитное знание принципов Байеса, даже если они не обнаруживают эксплицитного знания и допускают ошибки, когда их просят дать оценки эксплицитно.

Такой эксперимент был проведен Глаком и Бауэром (Gluck & Bower, 1988). Испытуемым дали медицинские карты воображаемых пациентов, у которых был один из четырех симптомов (кровь из носа, спазмы живота, опухшие глаза и бледные десны), а они занимались дифференциальной диагностикой, определяя, какой из двух гипотетических болезней страдали пациенты. Одна из этих болезней повторялась в 3 раза чаще, чем другая. Также, условные вероятности проявления различных признаков болезни были различны. Испытуемым не говорили точно об этих базовых нормах или условных вероятностях. Они просто изучали 256 описаний симптомов пациентов, выбирали болезнь, которая, по их мнению, была у пациента, а затем им давали обратную связь о правильности их оценок.

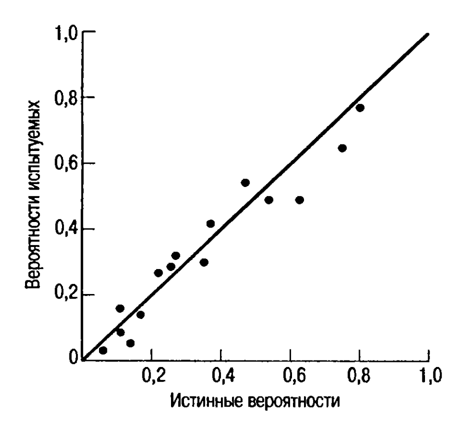


Рис. 10.2. График сравнения вероятности испытуемых с истинными байесовыми вероятностями

Существует 15 возможных комбинаций паттернов, включающих в себя от 1 до 4 симптомов, которые может иметь пациент. Глак и Бауэр вычислили вероятность каждой болезни для каждого паттерна, используя теорему Байеса, и сделали это так, что каждая болезнь проявлялась с этой вероятностью при наличии симптомов. Таким образом, испытуемые имплицитно ощущали базовые вероятности и условные вероятности в терминах частоты комбинаций симптома и болезни. Интересна вероятность, с которой они приписывали редкой болезни различные комбинации симптомов. Глак и Бауэр сравнили вероятности испытуемых с истинными байесовыми вероятностями. Это соответствие показано на графике рассеяния на рис. 10.2. Там мы имеем для каждой комбинации симптомов байесову вероятность и долю случаев, когда испытуемые связывают редкую болезнь с этой комбинацией симптомов. Как можно заметить, точки находятся очень близко к прямой диагональной линии с коэффициентом наклона, равным единице. Это указывает на то, что соотношение выборов испытуемых было очень близко к истинным вероятностям. Таким образом, имплицитно испытуемые действовали в этом эксперименте в соответствии с теоремой Байеса. Действия по выбору из альтернатив пропорционально их успеху называются *приведением в соответствие вероятности.*

После эксперимента Бауэр и Глак предъявляли испытуемым эти четыре симптома по одному и спрашивали, как часто каждый симптом проявляется при редкой болезни. Результаты опроса представлены на рис. 10.3 в таком же формате, как на рис. 10.2. Как можно заметить, испытуемые проявляют некоторое пренебрежение к базовой норме, последовательно переоценивая частоту редкой болезни. Но их суждения обнаруживают некоторое влияние базовой нормы в том, что средняя оценка вероятности редкой болезни менее 50 %.

Гайгерензер и Хофрадж (Gigerenzer & Hoffrage, 1995) показали, что базовая норма также понижается, если события выражаются в понятиях частот, а не веро-

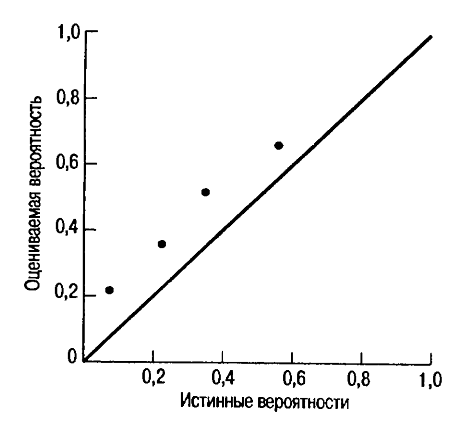


Рис. 10.3. Результаты опроса Бауэра и Глака

ятностей. Они давали некоторым из испытуемых описание в понятиях вероятностей, как описано ниже:

> Вероятность рака молочной железы у женщин в возрасте 40 лет, которые принимают участие в обычном обследовании, равна 1 %. Если у женщины рак молочной железы, есть вероятность 80 %, что маммография даст положительный результат. Если у женщины нет рака молочной железы, есть вероятность 9,6 %, что маммография также даст положительный результат. Результат маммографии у женщины этой возрастной группы на обычном обследовании оказался положительным. Какова вероятность того, что у нее действительно рак молочной железы? _______ процент.

Менее 20 % испытуемых, получивших такую информацию, дали правильный (по Байесу) ответ, который составляет приблизительно 8 %. При других условиях испытуемым были даны описания в терминах частот, как, например, следующее:

> При обычном обследовании рак молочной железы обнаруживается у 10 женщин 40 лет из каждой тысячи. У 8 из каждых 10 женщин с раком молочной железы результат маммографии – положительный. У 95 из каждых 990 женщин, не имеющих рака молочной железы, результат маммографии также положителен. Имеется новая репрезентативная выборка женщин в возрасте 40 лет, у которых результат маммографии в обычном обследовании положителен. Как вы считаете, у скольких из этих женщин действительно рак молочной железы? _______ процент.

Почти 50 % испытуемых, получивших такую информацию, вычислили правильный (по Байесу) ответ. Гайгерензер и Хофрадж утверждают, что мы лучше делаем выводы на основе частот, чем вероятностей, потому что в повседневной жизни пользуемся частотами событий, а не их вероятностями.

Есть также доказательства того, что с опытом люди становятся более точными в решении статистических задач. В исследовании медицинского диагноза Уэбер, Бокенхольт, Хилтон и Уоллес (Weber, Bockenholt, Hilton, & Wallace, 1993) обна-

ружили, что врачи были весьма чувствительны и к базовым нормам, и к диагностической ценности симптомов. Кроме того, чем больше у врача клинического опыта, тем более точными были его оценки.

Обработка вероятностей испытуемыми часто не соответствует теореме Байеса, но этой теореме нередко соответствует их поведение, основанное на опыте.

Оценки вероятности

Что делают испытуемые, когда сообщают о вероятности такого события, как наличие определенной болезни у человека с кровоточащими деснами? Есть доказательства того, что испытуемые пытаются сообщить об относительной доле таких событий в релевантной популяции. Таким образом, они пытаются вычислить, какая доля пациентов с кровоточащими деснами имеет определенную болезнь. Люди довольно точны при вынесении таких оценок, когда не должны полагаться на память (Robinson, 1964; Shuford, 1961). Рассмотрим эксперимент Шуфорда (Shuford, 1961). Он предъявлял испытуемым в течение 1 с матрицы, подобные той, что на рис. 10.4. Затем он просил испытуемых оценить соотношение вертикальных и горизонтальных полосок. Количество вертикальных полосок изменялось от 10 до 90% в разных матрицах. Результаты Шуфорда показаны на рис. 10.5. Как можно заметить, оценки испытуемых весьма близки к истинному соотношению.

В только что описанных ситуациях испытуемые могут видеть релевантные события и оценивать их соотношение. Когда испытуемые не видят событий, а должны вспоминать их, они могут дать искаженные оценки, если вспоминают слишком много похожих случаев. В эксперименте Глака и Бауэра испытуемые вспоминали слишком много пациентов с редкой болезнью и, таким образом, переоценивали частоту связи этой болезни с разными пациентами.

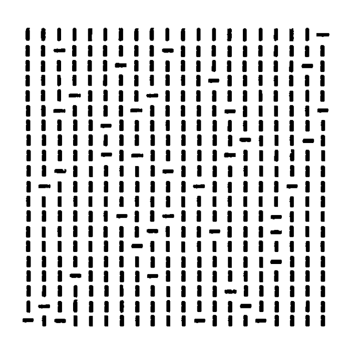


Рис. 10.4. Случайная матрица, составленная из 90% вертикальных и 10% горизонтальных полосок предъявлявшаяся испытуемым для определения точности их оценки соотношения полосок (Shuford, 1961. © 1961 *American Psychological Association*. Воспроизведено с разрешения)



Рис. 10.5. Средние значения оценок соотношения как функция истинного соотношения. Испытуемые обнаружили довольно точную способность оценивать соотношение вертикальных и горизонтальных полосок на рис. 10.4 (Shuford, 1961. © 1961 *American Psychological Association*. Воспроизведено с разрешения)

Большое количество исследований было посвящено искажению данных испытуемыми оценок относительной частоты различных событий в популяции. Рассмотрим проведенный Тверски и Канеманом (Tversky & Kahneman, 1974) эксперимент, который демонстрирует, что на оценки соотношений может оказывать влияние различная степень доступности примеров. Исследователи попросили испытуемых оценить долю слов в языке, которые соответствуют некоторым характеристикам. Например, они просили испытуемых оценить соотношение английских слов, которые начинаются с буквы *k*, и слов, в которых *k* в третьей позиции. Как испытуемые могли выполнить это задание? Очевидный способ состоит в том, чтобы попробовать вспомнить несколько слов, которые удовлетворяют условию, и слов, которые не удовлетворяют ему, и оценить долю целевых слов. Сколько слов, начинающихся с буквы *k*, вы можете вспомнить? А сколько вы можете вспомнить слов, не начинающихся с нее? Какова ваша оценка их соотношения? Далее: сколько вы можете вспомнить слов с буквой *k* в третьей позиции? А сколько слов, не имеющих в третьей позиции буквы *k*? Каково их соотношение? По оценке испытуемых, существует больше слов, которые начинаются с буквы *k*, чем слов, которые имеют *k* в третьей позиции. На самом деле существует в 3 раза больше слов, которые имеют *k* в третьей позиции, чем слов, которые начинаются с *k*. Вообще, испытуемые переоценивают частоту случаев, когда слово начинается с определенной буквы.

Как и в данном эксперименте, множество реальных обстоятельств требуют от нас того, чтобы мы оценивали вероятности, не имея прямого доступа к популяции, для которой эти вероятности характерны. В таких случаях мы должны полагаться на память как на источник наших оценок. Факторы, влияющие на запоми-

нание, которые мы рассматривали в главах 6 и 7, помогают объяснить, как такие оценки могут искажаться. При разумном допущении о том, что слова больше ассоциируются с первой буквой, чем с третьей, искажение, проявившееся в результатах экспериментов, можно объяснить в рамках теории распространения активации (глава 6). В случае таких явных переоценок слов, начинающихся с определенной буквы, с фокусом внимания, скажем, на *k*, активация распространится с этой буквы на слова, которые начинаются с нее. В результате этого процесса слова, начинающиеся на *k*, будут становиться более доступными. Таким образом, такие слова будут очень часто встречаться среди образцов, которые испытуемые извлекают из памяти, чтобы оценить их реальную долю в генеральной совокупности. Такая переоценка не распространяется на те слова, где буква *k* стоит в третьей позиции, поскольку маловероятно, чтобы слова прямо ассоциировались с буквами, стоящими в третьей позиции. Следовательно, невозможно установить ассоциации с этими словами и сделать эти слова более доступными.

К смещению вероятностных оценок приводят и другие факторы. Рассмотрим еще один пример из работ Тверски и Канемана (Tversky & Kahneman, 1947). Какая из последовательностей выпадения орла или решки из шести подбрасываний правильной монеты является более вероятной (где «О» обозначает «орел», а «Р» — «решка»): РОРООР или РРРРРР? Многие люди считают, что первая последовательность более вероятна, но на самом деле вероятности выпадения как первой, так и второй комбинации одинаковы. Вероятность выпадения решки при первом подбрасывании (которая составляет 0,50) предполагает вероятность выпадения О (которая составляет 0,50) при втором подбрасывании, вероятность выпадения Р (которая составляет 0,50) при третьем подбрасывании и т. д. Вероятность выпадения всей комбинации составит 0,50 × 0,50 × 0,50 × 0,50 × 0,50 × 0,50 = 0,016. Вероятность выпадения второй комбинации — это также произведение вероятностей выпадения при каждом подбрасывании, причем вероятность выпадения Р равна 0,50. Поэтому конечное значение вероятности опять же составит 0,50 × 0,50 × 0,50 × 0,50 × × 0,50 × 0,50 = 0,016. Почему некоторым людям кажется, что первая комбинация более вероятна? Да потому, что это событие напоминает много других событий, например РОРОРО или РООРОР. Подобные события приводят к тому, что вероятностная оценка человеком целевого события смещается в сторону увеличения. С другой стороны, комбинация РРРРРР, только решки, кажется непохожей на другие события, и поэтому ее вероятность не смещается в сторону увеличения под влиянием других таких же комбинаций. Итак, оценка человеком вероятности события смещается из-за событий, похожих на данное событие.

С этим связан феномен, называемый *заблуждением игрока*. Заблуждение — это вера в то, что если событие пока не произошло, то «по закону средних чисел» есть большая вероятность, что оно произойдет в ближайшем будущем. Это явление можно продемонстрировать в эксперименте, например, когда испытуемые наблюдают за последовательностью подбрасываний монеты и должны угадать, что будет в результате каждого броска — «орел» или «решка». Если они видят целую серию «орлов», они все больше склоняются к тому, чтобы предсказать выпадение «решки» в следующей попытке. Крупье в казино используют это заблуждение, что

помогает им зарабатывать деньги. Те игроки, которых преследует серия проигрышей за игровым столом, продолжают играть, предполагая, что по «закону средних чисел» они получат компенсацию — серию выигрышей. Но игра организована так, что в выигрыше оказывается игорный дом. Игральные кости не знают и не заботятся о том, была у игрока серия проигрышей или нет. В результате игроки обычно проигрывают еще больше, когда они пытаются вернуть свой проигрыш. Таким образом, «закон средних чисел» — это заблуждение.

Заблуждение игрока может быть с выгодой использовано в некоторых ситуациях, например на ипподроме. Большинство ипподромов действуют по системе взаимных пари, в которых ставка на лошадь зависит от количества людей, поставивших на нее. В конце дня, если фавориты выиграют все скачки, люди начинают сомневаться, что другой фаворит может выиграть, и начинают делать ставки на лошадь, имеющую мало шансов. В результате количество ставок на фаворита снижается, и человек может заработать, ставя на него.

Люди пристрастны в оценках вероятности событий, когда им приходится полагаться на такие факторы, как память и суждения, основанные на сходстве.

Принятие решений

Исследования вероятностных умозаключений включают в себя изучение принятия решений. Задача при этом состоит в том, чтобы определить, как люди делают выбор. Иногда мы делаем выбор довольно легко. Если нам предложат $400 и $1000, большинство не испытает затруднений в вычислении, какую сумму взять. Но что мы выберем, если столкнемся с необходимостью выбора между получением $1000, но с вероятностью 50 %, или $400, но наверняка? Похожее может случиться, если мы наследуем рискованные акции, которые можно продать, получив наличными $400, или придержать, чтобы посмотреть, пойдет ли компания в гору или разорится. В большей части исследований принятия решений в ситуации неопределенности испытуемые должны сделать выбор между двумя рисками. Например, испытуемого могут попросить выборать между двумя следующими рисками:

А: $8 с вероятностью ⅓;

Б: $3 с вероятностью ⅚.

Иногда просто спрашивают мнение испытуемых, а в других случаях они фактически должны сыграть в азартную игру. Как пример последней возможности, они могут бросить игральную кость и победить в случае А, если они получают 5 или 6, или победить в случае Б, если они получают число иное, чем 1. Которую азартную игру выбрали бы вы?

Как в других областях умозаключения, принятие решения имеет собственную стандартную теорию, предписывающую, как должны вести себя люди в таких ситуациях (von Neumann & Morgenstern, 1944). Согласно этой теории, они должны выбрать альтернативу с самой высокой ожидаемой ценностью. Ожидаемая ценность альтернативы должна быть рассчитана путем умножения вероятности на ценность. Таким образом, ожидаемая ценность вышеупомянутой альтернативы А равна $\$8 \times ⅓ = \$2{,}67$, тогда как ожидаемая ценность альтернативы Б рав-

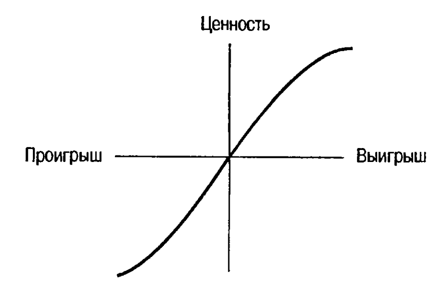


Рис. 10.6. Функция, которая связывает субъективную ценность с величиной выигрыша и проигрыша (Kahneman & Tversky, 1984. Воспроизведено с разрешения *American Psychological Association*)

на $3×⅚ = $2,50. Таким образом, согласно нормативной теории, испытуемые должны выбрать азартную игру А. С другой стороны, большинство испытуемых выберут азартную игру Б.

Поведение испытуемых в подобных ситуациях можно объяснить, допуская, что ценность денег для испытуемых не связана линейной зависимостью с номинальной стоимостью денег. Ценность, которую человек приписывает чему-либо, называется *субъективной полезностью*. На рис. 10.6 показана типичная функция, описывающая зависимость между субъективной полезностью и деньгами. Она имеет два свойства. Первое состоит в том, что она криволинейна, поэтому требуется более чем вдвое увеличить количество денег, чтобы удвоить полезность. Так, в приведенном выше примере испытуемый может оценивать $8 лишь вдвое больше, чем $3. Обозначим полезность $3 как *U*, а полезность $8 как 2*U*. Тогда ожидаемая ценность азартной игры А равна ⅓×2*U* = 0,67*U*, а ожидаемая ценность азартной игры Б равна ⅚×1*U* = 0,83*U*. Таким образом, в терминах субъективной полезности азартная игра Б более ценна и является предпочтительной.

Второе свойство этой функции полезности состоит в том, что она более крутая в области проигрыша, чем в области выигрыша. Таким образом, испытуемые, имеющие следующий выбор азартных игр:

А: Выиграть $10 с вероятностью ½ и проиграть $10 с вероятностью ½;

Б: Остаться при своих наверняка,

предпочитают выбор Б, так как они оценивают проигрыш $10 как более важный, чем выигрыш $10.

Канеман и Тверски (Kahneman & Tversky, 1984) также утверждают, что объективная и субъективная вероятности не совпадают. Они предположили, что субъективная и объективная вероятности связаны между собой функцией, изображенной на рис. 10.7. Согласно этой функции, очень низкие вероятности имеют больший вес, чем высокие вероятности, что вызывает изгиб функции. Так, человек может предпочесть шанс получить $400 с вероятностью 1%, а не $200 с вероятностью 2%, потому что он не рассматривает 1% как половину от 2%. На этом основа-

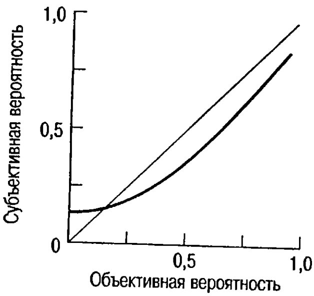


Рис. 10.7. Функция, связывающая объективную и субъективную вероятности (Kahneman & Tversky, 1984. Воспроизведено с разрешения *American Psychological Association*)

но страхование. Мы готовы потратить $100, чтобы не потерять $100 000, хотя вероятность этого меньше, чем 1 к 1000. Дело в том, что мы переоцениваем вероятность такой потери. Канеман и Тверски (Kahneman & Tversky, 1979) показывают, что значительную часть решений людей можно объяснить, допуская, что они действуют исходя из своих субъективных вероятностей и выгод.

Интересный вопрос: отражают ли субъективные функции на рис. 10.6 и 10.7 нерациональные тенденции? В целом считается, что функция полезности на рис. 10.6 обоснованна. Ведь чем больше мы зарабатываем, тем менее важен для нас небольшой заработок. Конечно, радость от миллиарда долларов не равна радости, которую мы испытаем, получив 1000 раз по миллиону. Следует отметить, что функции полезности у разных людей практически всегда отличаются от представленной на рис. 10.6, которая отражает лишь общую тенденцию. Можно представить себе человека, которому нужны $10 000 на лечение. В таком случае меньшие суммы будут бесполезными, а все бóльшие — одинаково нужными. Таким образом, этот человек может иметь функцию полезности с шагом в $10 000.

Отмечается меньшее согласие по вопросу о том, как оценивать функцию субъективной вероятности на рис. 10.7. Я (Anderson, 1990) указывал, что не стоит принимать во внимание крайние значения вероятности, что имеет место на графике. Доводом в пользу такой точки зрения служит тот факт, что иногда, когда нам говорят, что вероятность крайне велика или мала, нас вводят в заблуждение. (Например, пассажирам «Титаника» сообщали, что вероятность затопления корабля равна нулю.) Но все еще неясно, как оценивать функцию субъективной вероятности.

В ситуации неопределенности люди принимают решения в терминах субъективной полезности и субъективных вероятностей.

Влияние фрейма

Хотя можно рассматривать функции на рис. 10.6 и 10.7 как относительно обоснованные, есть данные о том, что они могут побуждать людей совершать довольно странные вещи. Эти данные касаются так называемого *влияния фрейма*. Это вли-

яние основано на том факте, что решения людей в значительной мере зависят от того, в какую точку на кривой выгодности, изображенной на рис. 10.6, они себя помещают. В примере, приведенном Канеманом и Тверски, сравниваются ситуации, когда человек должен купить вещь за $15 и за $125. Если в другом магазине предлагают скидку в $5 с $15, то этот человек наверняка пойдет и купит вещь там, но, скорее всего, не сделает этого в случае той же скидки в $5 на вещь стоимостью $125. Но в обоих случаях экономия равна $5, и вопрос лишь в том, стоит ли время, потраченное на поход в другой магазин, пяти долларов. Несмотря на это, две ситуации помещают человека в различные точки на кривой полезности, имеющей отрицательное ускорение. Согласно этой кривой, разница между $15 и $10 больше разницы между $125 и $120. Таким образом, в первом случае экономия кажется сто́ящей, а во втором — нет.

Другим примером является поведение при игре в тотализатор. Представьте человека, который проиграл $140 на скачках и имеет возможность поставить $10 на лошадь, за которую будет выплачено 15 : 1. Человек может рассмотреть эту ситуацию с двух сторон. С одной стороны, он стоит перед следующим выбором:

А. Отказаться от игры и окончательно признать потерю $140.

Б. Сделать ставку с большой вероятностью потерять $150 и небольшими шансами вернуть проигранное.

Так как субъективная разница между потерей $140 и потерей $150 невелика, человек, скорее всего, выберет Б и сделает ставку. С другой стороны, человек может рассмотреть и другую альтернативу:

В. Отказаться от игры и оставить все как есть.

Г. Сделать ставку с большой вероятностью потерять дополнительно $10 и небольшими шансами выиграть $140.

В этом случае из-за перевеса потерь над прибылью и отрицательного ускорения кривой выгодности человек, скорее всего, предпочтет не делать ставки. Единственная разница состоит в том, помещает ли себя человек в точку $140 или в точку 0 на рис. 10.6. Но в зависимости от этого человек по-разному оценивает эти два результата.

В качестве более важного примера рассмотрим ситуацию, описанную Канеманом и Тверски (Kahneman & Tversky, 1984):

Проблема 1. Представьте, что США готовятся к вспышке необычной азиатской болезни, которая, как ожидается, приведет к смерти 600 человек. Предложены две альтернативные программы для борьбы с болезнью. Допустим, что точные научные оценки последствий программ следующие:

Если принять программу А, будут спасены 200 человек.

Если принять программу Б, имеется вероятность, равная ⅓, что 600 человек будут спасены, и вероятность, равная ⅔, что не будет спасен ни один человек.

Какую из двух программ вы бы одобрили?

Семьдесят два процента испытуемых предпочли программу А, которая гарантирует жизнь, не желая рисковать, принимая программу Б. Но посмотрим, что

происходит, когда вместо описания программ в терминах спасения жизней эти программы описаны следующим образом:

Если принять программу В, умрут 400 человек.

Если принять программу Г, имеется вероятность, равная ⅓, что никто не умрет, и вероятность, равная ⅔, что умрут 600 человек.

Теперь только 22% испытуемых предпочли программу В, которая эквивалентна программе А (а Г эквивалентна Б). Оба этих выбора могут быть поняты в терминах отрицательно ускоренной функции полезности для спасенных жизней. В первом случае субъективная ценность 600 спасенных жизней меньше, чем умноженная на три субъективная ценность 200 спасенных жизней, тогда как во втором случае субъективная ценность 400 смертельных случаев больше, чем две трети от субъективной ценности 600 смертельных случаев. Мак-Нил, Покер, Кокс и Тверски (McNeil, Pauker, Cox, & Tversky, 1982) обнаружили, что эта тенденция сохранялась и в случае фактического лечения. Выбор врачом лечения зависит от того, описано ли лечение в терминах шансов смерти пациента или шансов сохранения жизни.

Ситуации, в которых влияние фрейма наиболее распространено, имеют одну общую черту — в них нет ясного основания для выбора. Это понятно из трех примеров, которые мы рассмотрели. В случае, когда покупатель имел возможность сэкономить, неясно, стоят ли $5 того, чтобы идти в другой магазин. В примере с азартной игрой отсутствует ясное основание для принятия решения.[1] В третьем случае ставки очень высоки, но это, к сожалению, один из случаев принятия стратегического социального решения, которое противоречит ясному анализу. Таким образом, это случаи, в которых трудно принимать решения лишь на основе характеристик этих случаев.

Шафир (Shafir, 1993) предположил, что в таких ситуациях мы можем принять решение не на основе того, что фактически является лучшим решением, а на основе того, какое решение будет легче всего объяснить (себе или другим). Различные фреймы делают более легким или более сложным оправдание действия. В приведенном выше случае болезни первый фрейм обращает наше внимание на спасение жизней, а второй — на возможность избежать смертельных случаев. В первом случае можно оправдать действие, указав на людей, чьи жизни были спасены (поэтому крайне важно, чтобы были люди, на которых можно было указать). Во втором случае оправдание сосредоточилось бы на людях, которые умерли (и было бы лучше, чтобы таких людей не было).

Эта потребность оправдывать действие может привести человека к тому, что он будет выбирать ту же самую альтернативу и в случае, когда его просят что-то принять, и в случае, когда его просят что-то отклонить. Рассмотрим случай в табл. 10.5 из книги Шафира, где описана ситуация, когда родители находятся в разводе, и испытуемых просят сыграть роль судьи, который должен решить, кому из родителей предоставить право опеки над ребенком. В условии вознаграждения

[1] То есть нет никакого основания для решения, которое не отклонило бы азартную игру как прежде всего иррациональное занятие.

испытуемых просили решить, кто получит в качестве награды ребенка, а в условии отказа их просили решить, кому разрешат отказаться от ребенка. Родители в целом были одинаковы, но родитель Б имел больше крайне выраженных положительных и отрицательных качеств. При принятии решения в условии вознаграждения большее количество испытуемых выбирает предоставлять опекунство родителю Б; при принятии решения в условии отказа от ребенка, они имеют тенденцию отказывать в опекунстве снова родителю Б. Шафир указывает, что причина в том, что родитель Б высказывает основания, такие как близкие отношения с ребенком, которые можно использовать, чтобы оправдать присуждение права на опеку, но родитель Б также имеет причины, такие как его постоянное отсутствие дома, чтобы оправдать отказ этому родителю в праве на опекунство над ребенка.

Таблица 10.5

Проблема из книги Шафира (Shafir, 1993)

Вообразите, что вы исполняете обязанности присяжного заседателя при рассмотрении дела о назначении единоличной опеки над ребенком после относительно сложного развода. Факты по этому делу усложнены неоднозначными обстоятельствами экономического, социального и эмоционального характера, и вы собрались принять решение полностью на основе следующих немногих наблюдений. Которому из родителей вы предоставили бы право на единоличную опеку над ребенком? / Которому из родителей вы отказали бы в праве на единоличную опеку над ребенком?

		Условие	
		Вознаграждение	Отказ
Родитель А	Средний доход Среднее здоровье Средняя занятость на работе Нормальные отношения с ребенком Относительно стабильная социальная жизнь	36%	45%
Родитель Б	Доход выше среднего Очень близкие отношения с ребенком Чрезвычайно активная социальная жизнь Частые командировки Небольшие проблемы со здоровьем	64%	55%

Воспроизведено с разрешения *Psychonomic Society, Inc.*

В случаях, когда отсутствует очевидное основание для принятия решения, люди оказываются под влиянием фрейма, в который помещена проблема.

Выводы

В большинстве исследований умозаключения людей сравниваются с различными предписывающими моделями из логики и математики. По своей природе эти модели не зависимы от содержания. В случае дедуктивного умозаключения они касаются формы посылок и заключений, а не того, с чем они связаны. В случае

индуктивного умозаключения бейсовская модель учитывает вероятности различных состояний, но не их суть. В случае принятия решения ожидаемая модель полезности просто перемножает полезности и вероятности и не рассматривает альтернативы. Хотя людей можно обучить рассуждению согласно таким формальным правилам в ходе занятий по логике и статистике, в повседневной жизни они рассуждают иначе. Скорее, умозаключение в повседневной жизни лучше передает основанный на схеме процесс вывода, который мы изучали в главе 5. Мы видели, что люди могут естественно рассуждать о том, что, вероятно, будет истинно в примере с птицами или ресторанами, но что их рассуждение было привязано к определенному содержанию. Мы видели в этой главе, что одна из причин того, почему испытуемые отклоняются от нормативных принципов, состоит в том, что они не переходят к этим схематическим способам рассуждения. Мы также видели, что они могут стать более нормативными в своих умозаключениях, если фиксируются на правильной схеме, как это было со схемой разрешения для задачи выбора Уэйсона. По-видимому, люди склонны рассуждать более конкретно, чем нормативные модели. Хотя нормативные модели не описывают, что делают люди (о чем 150 лет назад мечтал Буль), они обеспечивают ориентир для сравнения с тем, что фактически делают люди.

Многие авторы в обзорах исследований человеческого умозаключения и принятия решений обращают внимание на то, насколько «хрупкой» кажется человеческая психика и насколько она подвержена многим заблуждениям. Но следует иметь в виду ограничения ситуаций, в которых это продемонстрировано. Исследователи в области искусственного интеллекта пытались создать интеллектуальную личность, которая обнаруживала бы подобие здравого смысла, проявляющегося у людей в повседневной жизни. Эти программы искусственного интеллекта были обеспечены безупречными логическими и статистическими умозаключениями. Но именно эти программы, а не люди являются хрупкими и всегда обнаруживают проблемы в том, чтобы прийти к правильным заключениям в определенных ситуациях. Это объясняется тем, что люди рассуждают в терминах более конкретной схемы, в которую включен их опыт в определенных ситуациях. Успех в реальном мире намного больше зависит от развертывания специфических знаний, чем от способности правильно применить модус толленс.

В контексте реальной жизни люди склонны приходить к довольно разумным умозаключениям и принимать довольно разумные решения.

Замечания и рекомендуемая литература

Существуют четыре основные точки зрения объяснения способа, которым люди осуществляют дедуктивное умозаключение. Одна из них состоит в том, что люди используют так называемые естественные законы дедукции, которые несколько похожи на правила логики. Описание этой точки зрения дано в работах Брейна, Рейзера и Румена (Braine, Reiser, & Rumain, 1984) и Рипса (Rips, 1994). Вторая точка зрения, представленная в книгах Ченга и Холиоака (Cheng & Holyoak, 1985, 1989) и Космидеса (Cosmides, 1989), состоит в том, что люди рассуждают на основе правил, которые специфичны для определенного содержания. Третья точка

зрения, представленная в работах Джонсон-Лэрда и Бирна (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991), состоит в том, что люди рассуждают в связи с конкретными ситуациями. Четвертая точка зрения, представленная в работах Чейтера и Оксфорда (Chater & Oaksford, в печати; Oaksford & Chater, 1994), состоит в том, что люди рассматривают имеющиеся посылки как вероятностные утверждения.

В работе Нисбетта и Росса (Nisbett & Ross, 1980) представлено обширное обсуждение неудачных умозаключений. Книга Холленда, Холиоака, Нисбетта и Тагарда (Holland, Holyoak, Nisbett, & Thagard, 1986) в основном посвящена созданию модели обработки информации на основе индукции. В данное время ведется дискуссия о том, следует ли рассматривать человеческое умозаключение как твердое или хрупкое. Обмен мнениями по этому поводу произошел между Канеманом и Тверски (Kahneman & Tversky, 1996) и Гайгерензером (Gigerenzer, 1996). Оксфорд и Чейтер (Oaksford & Chater, 1998) редактировали недавно вышедший сборник статей, представляющих оптимистическую точку зрения на человеческое познание. Кляйн (Klein, 1998) обсуждает, как люди принимают решения, столкнувшись с реальными проблемами.

ГЛАВА 11

Структура языка

Из всех когнитивных способностей человека одной из самых впечатляющих является использование языка. Различие между человеческим языком и естественными коммуникативными системами других видов огромно. Больше чем что-либо другое, язык отвечает за прогресс человеческой цивилизации. Язык — это основное средство хранения и передачи знания от одного поколения к другому. Без языка не было бы технологии. Язык — основное средство установления религий, законов и нравственности. Следовательно, без языка не было бы способа для установления правил по управлению группами различного размера, от партнеров по теннису до народов. Язык также предоставляет людям основное средство оценки чужих знаний. Итак, без языка люди испытывали бы неисчислимо больше непонимания, чем наблюдается сейчас. Язык представляет собой важное средство искусства, знакомства и оказывает ценную помощь в ухаживании. Следовательно, без языка бóльшая часть радостей жизни была бы потеряна. В своей письменной форме язык позволяет людям общаться через пространство и время. Без языка вы никогда не читали бы этой книги.

В этой главе будет дан общий обзор структуры языка и его значения для человеческого познания. Мы рассмотрим некоторые из основных идей о структуре языка, разработанных в лингвистике, и факты, подтверждающие их психологическую истинность. Мы рассмотрим исследования и размышления об отношениях между языком и мышлением. Некоторые ученые утверждают, что язык полностью отличается от других когнитивных способностей. Многие данные в поддержку и в опровержение этой уникальности получены в исследовании того, как дети познают структуру языка. Следовательно, мы подведем итог обзором процесса овладения языком детьми. Эта глава не содержит детального анализа того, как обрабатывается язык. На этой теме было сосредоточено значительное количество исследований, и глава 12 этой книги будет посвящена обработке языка.

Область лингвистики

Продуктивность и регулярность

Академическая область *лингвистики* пытается характеризовать природу языка. Она отличается от психологии тем, что изучает структуру естественных языков, а не способ, которым люди обрабатывают естественные языки. Несмотря на это раз-

личие, лингвистические труды значительно повлияли на психологию языка. Как мы увидим, лингвистические концепции играют важную роль в теориях обработки языка. Как отмечалось в главе 1, влияние лингвистики сыграло важную роль в падении бихевиоризма и возникновении современной когнитивной психологии.

Лингвисты обращают внимание на два аспекта языка: его продуктивность и регулярность. Термин *продуктивность* означает, что в любом языке возможно бесконечное число выражений. *Регулярность* подразумевает то, что эти выражения систематичны во многих отношениях. Доказано (Anderson & Bower, 1973; Chomsky, 1959), что невозможно рассматривать одновременно и продуктивный, и регулярный характер языка, используя теоретическую терминологию бихевиоризма.

Не нужно долго искать, чтобы убедиться в высокопродуктивном и креативном характере языка. Надо лишь открыть книгу и выбрать из нее случайное предложение. Что, если, выбрав предложение, пойти в библиотеку и попытаться найти в одной из книг точно такое же? Очевидно, что никакой благоразумный человек не станет этого делать. Но если он попытается, маловероятно, что он обнаружит такое же предложение среди миллиардов предложений во всех книгах библиотеки. Однако важно понимать, что компонентов, из которых состоят предложения, довольно мало: в английском языке используется всего лишь 26 букв, 40 фонем (см. обсуждение в разделе «Распознавание речи» в главе 3) и несколько десятков тысяч слов. Тем не менее при помощи этих компонентов мы можем составить, и на самом деле составляем, триллионы оригинальных предложений.

Взгляд на структуру предложений проясняет, почему возможна такая продуктивность. Естественный язык располагает средствами, позволяюшими бесконечно внедрять одну структуру в другую и координировать их между собой. Довольно забавная групповая игра начинается с простого предложения и требует, чтобы участники постепенно добавляли к нему слова:

Девочка ударила мальчика.

Девочка ударила мальчика, и он заплакал.

Большая девочка ударила мальчика, и он заплакал.

Большая девочка ударила мальчика, и он громко заплакал.

Большая девочка ударила мальчика, который плохо себя вел, и он громко заплакал.

Большая девочка с авторитарными инстинктами ударила мальчика, который плохо себя вел, и он громко заплакал.

И так далее, пока предложение уже нельзя будет дополнить. Тот факт, что можно составить бесконечное количество словесных строк, сам по себе не особенно интересен. Если у нас есть десятки тысяч слов для каждой позиции и если длина предложений не ограничена, нетрудно видеть, что возможно очень большое (фактически, бесконечное) количество словесных строк. Но если мы просто случайно скомбинируем слова, мы получим «предложения» вроде этого:

From runners physicians prescribing miss a states joy rests what thought most.
(Из бегунов врачи выписывающие утратили состояние радость остается что мысль наиболее.)

Фактически, очень немногие из возможных комбинаций слов являются допустимыми предложениями. Часто в шутку выдвигается предположение, что, если достаточное количество обезьян будет работать машинистками достаточно долгое время, некоторые обезьяны напишут бестселлеры. Должно быть, ясно, что потребуется много обезьян и времени, чтобы написать хотя бы одно приемлемое **R@!#s*.

Итак, продуктивность языка уравновешивается его в высокой степени регулярным характером. Одна из целей лингвистики состоит в обнаружении набора правил, которые принимают в расчет как продуктивность, так и регулярность естественного языка.

Такой набор правил называется *грамматикой*. Грамматика должна быть способна охватить или сгенерировать все приемлемые высказывания языка и отвергнуть все неприемлемые. Грамматика состоит из правил трех типов: синтаксических, семантических и фонологических. *Синтаксис* связан с порядком слов и морфологией. В качестве примеров предложений, нарушающих правила синтаксиса, рассмотрим следующие:

- The girls hits the boys.
  (Девочки ударили мальчиков.)
- Did hit the girl the boys?
  (Ударила девочка мальчиков?)
- The girl hit a boys.
  (Девочка ударила мальчиков.)
- The boys were hit the girl.
  (Мальчики ударены девочкой.)

Эти предложения довольно осмысленны, но содержат некоторые ошибки в формах слов или в их комбинациях.

Семантика изучает значение предложений. Рассмотрим следующие предложения, содержащие нарушения семантики, хотя слова в них правильны по форме и синтаксической позиции:

- Бесцветные зеленые идеи яростно спят.
- Искренность испугала кота.

Фонология занимается звуковой структурой предложений. Предложения могут быть правильными синтаксически и семантически, но при этом неправильно произноситься. Говорят, что такие предложения содержат фонологические нарушения. Рассмотрим такой пример:

> Инспектор открыл записную книжку. «Ваша фамилия Хэлкок, не так ли?» — начал он. Дворецкий поправил его с осуждением: «Хэлкок». «Ха, э, два эль?», — предположил инспектор. «Молодой человек, в фамилии нет "х". Первая буква — "хэ", хи только одно хэль» (Sayers, 1968).

Дворецкий, желая утаить свой диалект простолюдина, в котором теряется буква «х», систематически неправильно произносил каждое слово, начинающееся с гласной.

Цель лингвистики заключается в установлении набора правил, фиксирующих структурные закономерности языка.

Лингвистическая интуиция

Главная цель лингвистики заключается в объяснении *лингвистической интуиции* носителей языка. Лингвистическая интуиция — это оценка природы лингвистических высказываний или отношений между лингвистическими высказываниями. Люди, говорящие на языке, часто могут давать такую оценку, не осознавая, как они это делают. По существу, это еще один пример имплицитного знания, которое мы обсуждали в главе 7. В эту интуицию входит оценка того, удачно ли составлено предложение, а если неудачно, то почему. Например, мы можем сказать, что некоторые предложения составлены неудачно, потому что у них неправильная синтаксическая структура, а другие — потому что они бессмысленны. Лингвисты требуют, чтобы грамматика фиксировала это различие и ясно обосновывала его. Другой вид интуиции касается перефразирования. Человек, говорящий по-английски, оценит следующие два предложения как очень сходные по значению и, следовательно, как парафразы:

- The girl hit the boy. (Девочка ударила мальчика.)
- The boy was hit by the girl. (Мальчик был ударен девочкой.)

Другой вид интуиции касается неопределенности. Следующее предложение можно истолковать двояко:

- They are cooking apples. (Они готовят яблоки. Или: это яблоки, пригодные для приготовления пищи.)

Это предложение может значить либо то, что какие-то люди готовят блюдо из яблок, либо то, что яблоки можно использовать в кулинарии. Кроме того, люди, для которых данный язык родной, могут отличить этот тип неопределенности, называемой структурной неопределенностью, от лексической неопределенности, такой как в следующем предложении:

I am going to the bank,

где *bank* может означать «кредитно-денежная организация» или «берег реки». Лексические неопределенности возникают в том случае, если слово имеет два различных значения или более; структурные неопределенности возникают, когда целая фраза имеет два значения или более.

Лингвисты пытаются объяснять интуицию относительно формальной правильности предложений и интуицию относительно перефразирования и неопределенности.

Языковая компетентность и речевая деятельность

Наше повседневное использование языка не всегда соответствует предписаниям лингвистической теории. Мы строим предложения в разговоре так, что в более осмысленной ситуации мы оценили бы их как неправильные и неприемлемые. Мы запинаемся, заикаемся, повторяемся, оговариваемся. Мы неправильно понимаем смысл предложений. Мы слышим двусмысленные предложения, но не отмечаем их неоднозначности.

Другая сложность заключается в том, что лингвистическая интуиция не всегда отчетлива. Например, мы обнаружили, что, по мнению лингвиста Лакова (Lakoff, 1971), первое предложение из приведенных ниже приемлемо, а второе — нет:

- Tell John where the concert's this afternoon.
- Tell John that the concert's this afternoon.

Люди не всегда определенны в своих оценках таких предложений и, безусловно, не всегда соглашаются с Лаковым.

Размышляя о ненадежности человеческого лингвистического поведения и оценки, лингвист Ноам Хомски (Chomsky, 1965) провел различия между *языковой компетенцией* (абстрактным знанием языка) и *речевой деятельностью* (реальным применением этого знания при речи или слушании). С его точки зрения, задача лингвистов состоит в разработке теории компетенции, а задача психологов — в разработке теории речевой деятельности.

Точное соотношение между теорией компетенции и теорией речевой деятельности неясно и может быть темой горячего спора. Хомски утверждал, что теория компетенции важнее теории речевой деятельности, т. е. что наша языковая компетенция лежит в основе нашей способности использовать язык. Другие ученые полагают, что концепция языковой компетенции основана на довольно искусственной деятельности (вынесении лингвистических оценок) и практически не имеет отношения к повседневному использованию языка.

Речевая деятельность не всегда отражает лингвистическую компетенцию.

Синтаксические модели

Главный вклад лингвистов в психологическое изучение языка заключается в представлении набора понятий для описания структуры языка. Наиболее часто используемые лингвистические идеи касаются описания синтаксической структуры языка.

Структура фразы

Усилия лингвистов в значительной степени были направлены на понимание синтаксиса естественного языка. Одним из центральных лингвистических понятий является *структура фразы*. Анализ структуры фразы существен не только в лингвистике; он также очень важен для понимания обработки языка. Следовательно, наше обсуждение этой темы является подготовкой к материалу следующей главы. Те из вас, кто имеет определенный опыт изучения английского языка в средней школе, найдут анализ структуры фразы похожим на упражнения по грамматическому разбору. Для остальных такой анализ будет чем-то новым.

Фразовая структура предложения подразумевает иерархическое деление предложения на части, называемые фразами. Рассмотрим следующее предложение:

- Отважная собака спасла тонущего ребенка.

Если попросить разделить это предложение на две части наиболее естественным образом, большинство людей разделят его так:

- (Отважная собака) (спасла тонущего ребенка).

Две части этого предложения разделены скобками. Они соответствуют тому, что традиционно называют субъектом и предикатом, или именной группой и гла-

гольной группой. Если попросить разделить вторую часть, глагольную группу, далее, большинство людей сделает это так:

(Отважная собака) (спасла (тонущего ребенка)).

Часто анализ предложения представляется в форме растущего вниз дерева, как на рис. 11.1. В этом дереве фразовой структуры *предложение* указывает на его подчасти, *именную группу* и *глагольную группу*, и каждая из этих частей указывает на

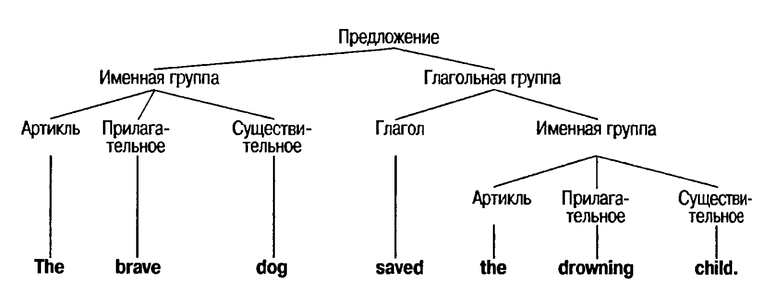


Рис. 11.1. Пример фразовой структуры предложения. Древовидная структура иллюстрирует иерархическое деление предложения на фразы

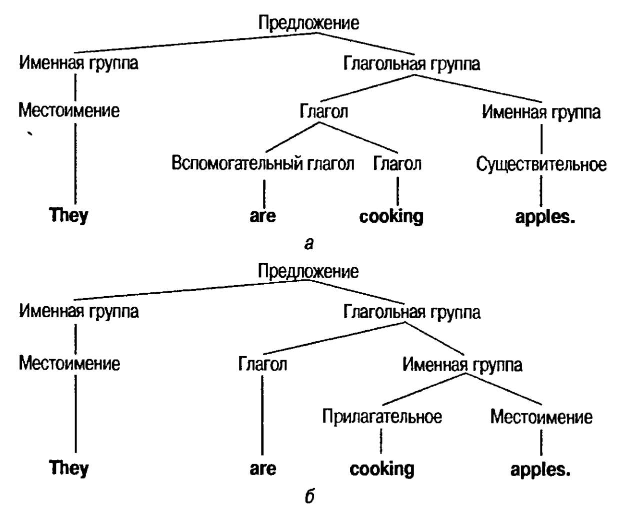


Рис. 11.2. Фразовая структура, иллюстрирующая два возможных значения двусмысленного предложения «They are cooking apples»: *а* — люди (они) готовят яблоки; *б* — яблоки предназначены для приготовления еды

свои подчасти. В конечном счете ветви дерева заканчиваются на отдельных словах. Такое структурное представление в виде дерева очень часто встречается в лингвистике. Фактически, термин *фразовая структура* часто используется для ссылки на такие древовидные структуры.

Анализ фразовой структуры может указать на структурные неопределенности. Снова рассмотрим предложение:

- They are cooking apples.

В зависимости от значения *cooking* является или частью глагола вместе с *are*, или частью именной группы вместе с *apples*. На рис. 11.2 изображена фразовая структура этих двух интерпретаций. В части *а cooking* является частью глагола, а в части *б* — частью именной группы.

Анализ фразовой структуры имеет отношение к тому, каким образом предложения разбиваются на составляющие.

Правила вывода

Заметьте, что различные узлы в «деревьях», иллюстрирующих фразовую структуру, имеют названия (такие, как *предложение*, *именная группа*, *глагольная группа*, *глагол*, *существительное* и *прилагательное*), указывающие на характер этих частей предложения, или составляющих. Такие понятия могут использоваться для формирования *правил вывода*, используемых для фактического генерирования предложений. Лингвисты формулируют грамматику языка в терминах таких правил вывода. Таблица 11.1 составлена из набора правил вывода, указывающих способы расшифровки этих понятий, или символов. Символ слева может быть переписан в виде символов справа. Таким образом, правило 1 гласит, что символ *предложение* можно записать иначе как *именная группа* плюс *глагольная группа*. Правило 2А указывает на то, что *именная группа* может быть переписана как факультативный *артикль*, факультативное *прилагательное* и *глагол*. Скобки означают, что *артикль* и *прилагательное* не обязательны. Правило 2Б говорит, что *именную группу* можно записать другим способом как *местоимение*.

Можно создать предложение при помощи этих правил вывода. Например, рассмотрим следующую последовательность.

Предложение → именная группа + глагольная группа (1)
→ артикль + прилагательное + существительное + глагол + предложная группа (2)
→ артикль + прилагательное + существительное + глагол + предлог + именная группа (3)
→ артикль + прилагательное + существительное + глагол + предлог + артикль + существительное (4)
→ the + brave + boy + danced + in + the + river (5)

В строке 1 мы переписали *предложение* как *именная группа* плюс *глагольная группа* в соответствии с правилом вывода 1. В строке 2 мы переписали *именную группу* в виде *артикль* плюс *прилагательное* плюс *существительное* (в соответствии с правилом вывода 2А) и *глагольную группу* как *глагол* плюс *предложная груп-*

па (по правилу 3Б). В строке 3 мы переписали *предложную группу* как *предлог* плюс *именная группа* (по правилу 4). В строке 4 мы записали *именную группу* из строки 3 в виде *артикль* плюс *существительное* (правило 2А). Наконец, в строке 5 мы заменили каждый символ словом в соответствии с правилами 5Б, 6, 7, 8 и 10.

Таблица 11.1

Правила вывода для генерирования фрагмента в английском языке

	Символ	Переписывается как
1.	Предложение	→ именная группа + глагольная группа
2А.	Именная группа	→ (артикль) + (прилагательное) + глагол
2Б.		→ местоимение
3А.	Глагольная группа	→ глагол + именная группа
3Б.		→ глагол + предложная группа
4.	Предложная группа	→ предлог + именная группа
5А.	Глагол	→ вспомогательный глагол + глагол
5Б.		→ ударили, спасла, готовят, танцевать (hit, saved, cooking, danced)
6.	Существительное	→ собака, ребенок, мальчик, девочка, яблоки, река (dog, child, boy, girl, apples, river)
7.	Артикль	→ the, a
8.	Прилагательное	→ отважная, тонущий, готовящиеся (brave, drowning, cooking)
9.	Местоимение	→ он, она, они (he, she, they)
10.	Предлог	→ в, около (in, by)
11.	Вспомогательный глагол	→ was, were

Представление фразовой структуры предложения в виде дерева дает возможность проиллюстрировать образование предложения посредством правил вывода. На рис. 11.3 показана фразовая структура предложения, полученного выше. В подобной древовидной структуре символ соединяется с расположенными ниже символами, в виде которых он переписан. Например, символ *глагольная группа* в соответствии с правилом 3Б соединяется с *глаголом* и *предложной группой*.

Набор правил вывода является способом установления приемлемых предложений языка. По существу, эти правила являются средством достижения важной цели лингвистики — разработать грамматику, которая, во-первых, генерирует все приемлемые предложения языка, во-вторых, избегает генерирования неприемлемых предложений и, в-третьих, отражает интуитивное понимание структуры таких предложений. Можете ли вы найти примеры, с которыми простой набор правил вывода из табл. 11.1 не справится согласно перечисленным критериям? Хотя лингвисты придумали намного более сложные и всеобъемлющие правила вывода, чем приведенные в табл. 11.1, они пока еще не приблизились к установлению набора, который полностью удовлетворяет критериям 1 и 2, приведенным выше. Многие вопросы в этой области остаются нерешенными, включая вопрос о том, реалистичны ли две эти цели.

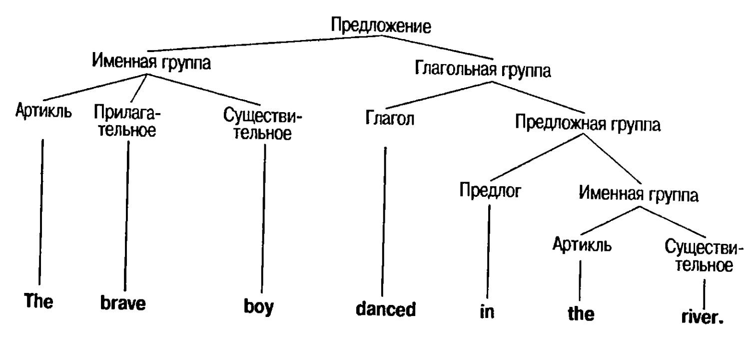


Рис. 11.3. Фразовая структура предложения «The brave boy danced in the river». Ветви в этом дереве образованы в соответствии с правилами вывода из табл. 11.1

Правила вывода представляют собой формальное описание образования предложений и их фразовых структур.

Структура пауз в речи

Имеются многочисленные подтверждения того, что фразовые структуры играют ключевую роль в образовании предложений.[1] Когда люди создают предложение, они склонны создавать его по фразе за раз, делая паузу между крупными фразовыми единицами. Например, хотя во времена Линкольна не существовало магнитофонов, можно предположить, что он сказал первое предложение Геттисбергской речи с короткими паузами в конце каждой значительной фразы, как показано ниже:

Four score and seven years ago (пауза)
our forefathers brought forth on this continent (пауза)
a new nation (пауза)
conceived in liberty (пауза)
and dedicated to the proposition (пауза)
that all men are created equal (пауза)

(Восемьдесят семь лет назад
наши предки создали на этом континенте
новую нацию,
основанную на свободе
и идее о том,
что все люди равны от рождения.)

Хотя речи Линкольна недоступны для анализа, Бумер (Boomer, 1965) изучал примеры неподготовленной речи и обнаружил, что паузы наиболее часто наблюдались в местах соединения крупных фраз и что эти паузы были более долгими, чем

[1] В главе 12 мы исследуем роль, которую фразовые структуры играют в понимании языка.

паузы, расположенные в других местах. Среднее время паузы в грамматическом соединении составляло 1,03 с, в то время как средняя пауза внутри грамматических предложений длилась 0,75 с. Эти находки наводят на мысль, что говорящие люди склонны образовывать предложения по одной фразе, и им часто требуется пауза после каждой фразы, чтобы спланировать следующую. Другие исследователи (Cooper & Paccia-Cooper, 1980; Grosjean, Grosjean, & Lane, 1979) наблюдали за испытуемыми, произносящими подготовленные предложения, а не спонтанную речь. Паузы таких испытуемых были намного короче, около 0,2 с. Однако сохранялся тот же паттерн, с более долгими паузами на границе крупных фраз.

Как показано на рис. 11.1, 11.2 и 11.3, существует много уровней фраз в рамках других фраз и внутри еще меньших фраз. Какой уровень выбирают говорящие для разбивания своих предложений на единицы, выделяемые паузами? Джи и Гросжан (Gee & Grosjean, 1983) утверждают, что говорящие имеют тенденцию выбирать наименьший уровень выше слова, которое связывает вместе когерентную семантическую информацию. В английском языке это именные группы (например, *the young woman* («молодая женщина»)), глаголы с местоимениями (например, *will have been reading it* («будет это читать»)) и предложные группы (например, *in the house* («в доме»)).

Люди склонны делать короткую паузу после каждой значимой единицы речи.

Речевые ошибки

В другом исследовании было найдено подтверждение фразовой структуры путем изучения ошибок, допускаемых в речи. Маклей и Осгуд (Maclay & Osgood, 1959) анализировали записи спонтанной речи и обнаружили большое количество речевых ошибок, которые означают, что фразы являются психологической реальностью. Они обнаружили, что, когда говорящие повторялись или поправляли себя, они обычно повторяли или поправляли целую фразу. Следующая фраза служит примером одного из обнаруженных типов повторений:

- Turn on the heater/the heater switch.

Пара, приведенная ниже, представляет распространенный тип поправки:

- Turn on the stove/the heater switch.

В предыдущем примере повторяется именная группа. Напротив, говорящие не повторяют часть глагольной группы, например:

- Turn on the stove/on the heater switch.

Другие виды речевых ошибок также служат подтверждением психологической реальности составляющих как крупных единиц образования речи. Например, некоторые исследователи анализировали оговорки в речи (Fromkin, 1971, 1973; Garrett, 1975). Один из видов речевых ошибок называется спунеризмом по имени английского священника Вильяма А. Спунера, которому приписываются некоторые изумительные и искусные речевые ошибки. Вот некоторые из речевых ошибок, приписываемых Спунеру:

- You have hissed all my mystery lectures.

- I saw you fight a liar in the back quad; in fact, you have tasted the whole worm.
- I assure you the insanitary spectre has seen all the bathrooms.
- Easier for a camel to go through the knee of an idol.
- The Lord is a shoving leopard to his flock.
- Take the flea of my cat and heave it at the louse of my mother-in-law.

Как показано, спунеризмы подразумевают обмен звуками между словами. Есть причины полагать, что приведенные выше ошибки были намеренными шутками Спунера. Но люди совершают и подлинные спунеризмы, хотя они редко бывают столь забавны.

Исследователи собрали большую коллекцию ошибок, допущенных их друзьями и коллегами. Некоторые из них включают простые звуковые антиципации, а некоторые — обмен звуками, как в спунеризмах:

- take my bike → bake my bike [антиципация].
- night life → nife lite [обмен].
- beast of burden → burst of beaden [обмен].

Пример, представляющий особенную трудность:

- coin toss → toin coss.

Первая ошибка, приведенная выше, — пример антиципации, в котором предшествующая фонема заменяется на последующую. Другие являются примерами обмена, в которых две фонемы меняются местами. Интересное свойство этого вида ошибок заключается в том, что они обычно происходят в пределах одной фразы, а не между фразами. Так, маловероятно, чтобы мы встретили следующую антиципацию:

- The dancer took my bike. → The bancer took my bike,

где антиципация происходит между субъектной и объектной именными группами. Также маловероятны звуковые обмены, при которых обмен происходит между начальной предложной фразой и конечной именной фразой, как в предложениях:

- At night John lost his life. →At nife John lost his lite.

Гарретт (Garrett, 1990) различает ошибки, которые включают простые звуки, и ошибки, включающие целые слова. Звуковые ошибки происходят на уровне, который он называет позиционным, в основном соответствующем одиночной фразе, тогда как словесные ошибки случаются на уровне, называемом им функциональным. Этот уровень соответствует бóльшим единицам речи, таким как целое предложение. Так, наблюдается следующая словесная ошибка:

- That kid's mouse makes a great toy. → That kid's toy makes a great mouse,

в то время как следующая звуковая ошибка маловероятна:

- That kid's mouse makes a great toy. → That kid's touse makes a great moy.

По данным Гарретта (Garrett, 1980), за границы фраз выходит 83 % всех обменов словами и только 13 % звуковых ошибок.

Обычно считается, что словесные и звуковые ошибки происходят на разных уровнях процесса образования речи. Слова вставляются в речевой план на высоком уровне планирования, и поэтому замещение может происходить на большем отрезке.

Речевые ошибки, включающие замещения звуков и слов, подразумевают, что слова выбираются на уровне элементарного предложения, в то время как звуки вставляются в речь на более низком фразовом уровне.

Трансформации

Фразовая структура описывает предложение иерархично как части внутри бóльших частей. Существуют определенные типы лингвистических конструкций, которые, как считают некоторые лингвисты, нарушают эту строгую иерархическую структуру. Рассмотрим следующую пару предложений:

1. The dog is chasing Bill down the street.
2. Whom is the dog chasing down the street?

В предложении 1 *Bill*, объект преследования, — часть глагольной группы. С другой стороны, в предложении 2 *whom*, объект глагольной группы, появляется в начале предложения. Объект больше не является частью глагольной группы, к которой он, видимо, относится. Некоторые лингвисты предполагают, что формально такие вопросы строятся, начиная с фразовой структуры, в которой объект *whom* входит в глагольную группу, как в примере:

3. The dog is chasing whom down the street?

Это в некоторой степени странное предложение, но с правильной вопросительной интонацией по отношению к *whom* оно может звучать осмысленно. В некоторых языках, например в японском, сохранение вопросительного местоимения в глагольной группе является нормой. Но английский язык подразумевает, что существует трансформация перемещения, которая сдвинет *whom* на более подходящее место. Заметьте, что это лингвистическое предложение относится к формальной структуре языка и может не описывать реальный процесс построения вопроса.

Многие лингвисты верят в необходимость таких *трансформаций*, перемещающих элементы предложения из одной части в другую. Трансформации также могут действовать в более сложных предложениях. Например, мы можем применить их в предложениях следующей формы:

4. John believes that the dog is chasing Bill down the street.

Соответствующие вопросительные формы следующие:

5. John believes that the dog is chasing whom down the street?

6. Whom does John believe that the dog is chasing down the street?

Предложение 5 странно даже с вопросительной интонацией по отношению к *whom*, но некоторые лингвисты до сих пор считают, что предложение 6 образова-

но из него путем трансформации, даже при том, что мы никогда не создадим предложение 5.

Один из самых интересных вопросов для лингвистов заключается в том, существуют ли реальные ограничения на элементы, которые можно передвигать путем трансформаций. Например, рассмотрим следующий набор предложений:

7. John believes the fact that the dog is chasing Bill down the street.
8. John believes the fact that the dog is chasing whom down the street?
9. Whom does John believe the fact that the dog is chasing down the street?

Как показывает предложение 7, основная форма предложения приемлема, но мы не можем передвинуть *whom* в вопросительном предложении 8 для образования вопросительной формы 9. Предложение 9 звучит очень неестественно. Позднее мы вернемся к вопросу ограничений на трансформации передвижений.

В отличие от многочисленных данных о роли фразовых структур в обработке языка, имеется очень мало фактов в пользу того, что люди на самом деле осуществляют нечто подобное трансформациям при понимании или генерации предложений. Вопрос о том, как люди обрабатывают предложения, полученные путем трансформации, остается открытым. Кроме того, среди лингвистов имеется много разногласий по поводу того, как понимать трансформации. В некоторых работах роль трансформаций оценивается не столь высоко (для обзора см. Wasow, 1989).

Трансформации перемещают элементы с их нормальных позиций в фразовой структуре предложения.

Связь между языком и мышлением

Бихевиористская гипотеза

Мы рассмотрели структуру языка с точки зрения лингвистов. Возникает естественный вопрос о том, какое влияние структура языка оказывает на когнитивные процессы. Было предложено большое количество вариантов связей между языком и мышлением. Наиболее сильная теория была выдвинута Джоном Б. Уотсоном, отцом бихевиоризма. Одним из принципов уотсоновского бихевиоризма (Watson, 1930) был следующий: не существует такого понятия, как внутренняя психическая деятельность. Он утверждал, что все, что делают люди, сводится к реакциям, выработанным на различные стимулы. Это радикальное предположение, которое, как отмечалось в главе 1, некоторое время имело влияние в США, не могло объяснить многочисленные факты человеческого интеллектуального поведения (например, счета в уме), не подразумевающего генерирования реакции. Чтобы преодолеть это очевидное противоречие, Уотсон предположил, что мышление — это всего лишь субвокальная речь и что когда люди заняты подобной «психической» деятельностью, они на самом деле говорят сами с собой. Следовательно, предположение Уотсона заключалось в том, что очень важным компонентом мышления является всего лишь субвокальная речь (философ Герберт Фейгль однажды сказал, что Уотсон «выдумал горло, чтобы отрицать умственную деятельность»).

Это предположение послужило толчком для исследовательской программы, цель которой — обнаружение фактов субвокальной деятельности речевого аппа-

рата во время мышления. В самом деле, часто, когда испытуемый погружен в размышления, можно зафиксировать наличие субвокальной речевой деятельности. Но более важное наблюдение заключалось в том, что в некоторых ситуациях люди решали различные мыслительные задачи, не обнаруживая голосовой деятельности. Этот факт не смутил Уотсона. Он заявил, что мы мыслим с помощью всего тела, например с помощью рук. Он приводил удивительные данные о том, что глухонемые на самом деле делают знаки во время сна. (Здоровые люди, много общающиеся с помощью кинетической речи, тоже жестикулируют, когда спят.)

Решающий эксперимент, касавшийся гипотезы Уотсона, был проведен Смитом, Брауном, Томаном и Гудманом (Smith, Brown, Toman, & Goodman, 1947). Они использовали производное кураре, парализующее всю мускулатуру человека. Смит был испытуемым, и его жизнь поддерживалась аппаратом искусственного дыхания. Из-за того, что вся мускулатура была полностью парализована, он не мог осуществлять субвокальную речь или какие-либо иные движения. Тем не менее, находясь под воздействием кураре, Смит был в состоянии наблюдать за тем, что происходит вокруг него, понимать речь, запоминать события и размышлять о них. Таким образом, очевидно, что мышление может осуществляться при отсутствии какой бы то ни было мышечной активности. Для наших целей также важно дополнительное наблюдение, свидетельствующее о том, что мысли — это не скрытая речь, а в полном смысле слова внутренняя, не моторная деятельность.

Дополнительные подтверждения того, что мышление нельзя отождествлять с языком, предоставило исследование памяти на значения, которое было рассмотрено в главе 5. Тогда мы обсуждали тот факт, что люди склонны удерживать не точные слова языковой коммуникации, а некоторые более абстрактные представления о значении коммуникации. Мысль следует отождествлять, по крайней мере частично, с этим абстрактным невербальным пропозициональным кодом.

Еще больше информации предоставили редкие случаи, когда люди вообще не могли говорить, но определенно обнаруживали способность мыслить. Также, по-видимому, трудно утверждать, что не имеющие речи животные, такие как обезьяны, неспособны мыслить. Вспомним, например, принятие решений Султаном в главе 8. Всегда трудно определить точный характер «мыслительных процессов» испытуемых, у которых отсутствует речевая способность, и каким образом эти процессы отличаются от мыслительных процессов испытуемых, обладающих даром речи, так как не существует языка, на котором такие испытуемые могут быть опрошены. Таким образом, очевидная зависимость мышления от языка может быть иллюзией, происходящей из факта, что трудно добыть подтверждение мышления, не используя язык.

Бихевиористы считали, что мышление предполагает наличие скрытой речи и других неявных моторных действий.

Гипотеза лингвистического детерминизма Уорфа

Лингвистический детерминизм — это утверждение, что язык определяет или сильно влияет на способ восприятия человеком мира или мышления о нем. Это предположение намного слабее, чем позиция Уотсона, потому что оно не утверждает, что язык и мышление тождественны. Эта гипотеза выдвигалась довольно многими

лингвистами, но в наибольшей степени она ассоциируется с Уорфом (Whorf, 1956). Уорф сам по себе был довольно необычным человеком. Он получил специальность инженера-химика в Массачусетском технологическом институте, прожил жизнь, работая на Хартфордскую компанию страхования от пожара, и в качестве хобби изучал языки североамериканских индейцев. Он был очень впечатлен тем фактом, что структура отдельных языков подчеркивает совершенно разные аспекты реальности. Он полагал, что эти акценты должны сильно влиять на способ мышления людей, говорящих на данном языке. Например, он утверждал, что эскимосы имеют много различных слов для описания снега, каждое из которых описывает снег по-разному (рыхлый, слежавшийся, мокрый и т. д.), в то время как англоязычные люди знают только одно слово для обозначения снега.[1] Можно привести много других примеров различий на словарном уровне: так, народ ханунү на Филиппинах предположительно имеет девяносто два названия разновидностей риса. В арабском языке существует много различных названий верблюдов. Уорф полагал, что такое богатое разнообразие терминов ведет к тому, что человек, говорящий на этом языке, воспринимает мир иначе, чем человек, обладающий только одним словом для конкретной категории.

Впрочем, утверждения Уорфа о богатстве эскимосского словарного запаса для обозначения снега были поставлены под сомнение (Martin, 1986; Pullman, 1989). Есть мнение, что Уорф вообще преувеличивал разнообразие слов в различных языках.

Существует известный тест на эту тему, подразумевающий использование цветных слов. В английский языке есть 11 основных слов для обозначения цвета: *черный, белый, красный, зеленый, желтый, синий, коричневый, фиолетовый, розовый, оранжевый* и *серый,* — относительно большое количество. Эти слова называются основными словами, обозначающими цвета, потому что они короткие и часто используются, в отличие от таких терминов, как *шафрановый, бирюзовый* или *ярко-красный.* Противоположностью является язык племени дани, земледельческого народа индонезийской Новой Гвинеи, находящегося на уровне каменного века. Этот язык содержит только два основных термина, обозначающих цвет: *mill* для обозначения темных, холодных тонов и *mola* для ярких, теплых тонов. Если категории языка определяют восприятие, народ дани должен был бы воспринимать цвета в более грубой манере, чем англоязычные люди. Важный вопрос заключается в том, правдива ли наша догадка.

Англоязычные люди оценивают определенный цвет по отношению близости к диапазону, приписываемому каждому основному цвету, например наиболее близкий к красному, к синему и т. д. (Berlin & Kay, 1969). Каждое из 11 базовых понятий, обозначающих цвет в английском языке, имеет один общепринятый наибо-

---

[1] Сложно решить, как оценивать гипотезу Уорфа. Ни для кого не будет сюрпризом узнать, что эскимосы знают о снеге больше, чем средний англоязычный человек. Как-никак, снег занимает более важное место в их жизни. Вопрос состоит в том, оказывает ли язык эскимосов влияние на их восприятие снега, которое более выражено, чем влияние опыта. Если англоязычные люди приобретут жизненный опыт эскимоса, будет ли их восприятие снега отличаться от восприятия людей, говорящих на эскимосском языке? (В самом деле, туристы-лыжники имеют богатый жизненный опыт, связанный со снегом, и многое о нем знают.)

лее близкий цвет, называемый фокальным. Англоязычные люди находят обработку и запоминание фокальных цветов более простыми, чем в случае с нефокальными цветами (Brown & Lenneberg, 1954). Интересный вопрос заключается в том, существует ли специальная когнитивная способность идентификации фокальных цветов как результат того, что люди, говорящие по-английски, имеют в своем языке специальные слова для этих цветов. Если это так, то получается, что язык влияет на мышление.

Чтобы проверить, будет ли специфическая обработка фокальных цветов примером влияния языка на мышление, Рош (некоторые работы по этой теме она опубликовала под своей девичьей фамилией Heider) провела серию важных экспериментов над людьми из племени дани. Целью этих исследований было установление того, отличается ли обработка фокальных цветов у дани от обработки этих цветов англоязычными людьми. В одном из экспериментов (Rosch, 1973) сравнивалась способность дани к изучению бессмысленных названий для фокальных цветов в отличие от нефокальных. Англоязычные люди нашли более простым изучение произвольных названий фокальных цветов. Испытуемые из племени дани также нашли, что изучение произвольных названий фокальных цветов проще, чем нефокальных, несмотря на то что в их языке нет названий для этих цветов. В другом эксперименте (Heider, 1972) испытуемым показывали на 5 с цветную фишку; и через 30 с после этого они должны были выбрать этот цвет из примерно 160 цветных фишек. Если фишка, которую запоминали англоязычные испытуемые, была фокального цвета, они показывали лучшие результаты в этой задаче, чем когда она была нефокального цвета. Дани также выполняли это задание лучше для фокальных цветов.

Таким образом, несмотря на различия в лингвистической терминологии, касающейся цветов, англоязычные люди и представители народа дани рассматривали цвета во многом схожим образом. По-видимому, 11 фокальных цветов обрабатываются специфическим образом всеми людьми, независимо от их языка. Фактически, из физиологии цветного зрения известно, что многие фокальные цвета обрабатываются зрительной системой специфическим образом (de Valois & Jacobs, 1968). Тот факт, что многие языки построили основные цветовые термины именно для этих цветов, может служить примером обусловленности языка мышлением.[1]

---

[1] Другая проверка гипотезы Уорфа была проведена Кэрроллом и Касагранде (Carroll & Casagrande, 1958). Язык индейцев племени навахо требует использования различных форм глагола в зависимости от природы предмета, над которым производится действие, особенно от его формы, твердости и типа материала. Кэрролл и Касагранде показывали детям навахо три объекта, такие как желтая палочка, кусок синей веревки и желтая веревка. Дети должны были сказать, какой из двух объектов соответствует третьему. Так как в языке навахо используются различные формы глагола в случае палочки (жесткая) и веревки (гибкая), экспериментаторы предполагали, что навахоговорящие испытуемые будут склонны сопоставить веревки, а не опираться на цвет. Они обнаружили, что навахоговорящие дети предпочитали опираться на форму, а англоговорящие дети народа навахо — на цвет. Однако в другом исследовании обнаружилось, что англоговорящие дети из Бостона показали даже большую склонность проводить сопоставление на основе формы. По-видимому, опыт общения с игрушками (для которых крайне важны форма и жесткость) детей из Бостона был более важным, чем языковой опыт навахо, хотя языковой опыт также может оказывать определенное влияние.

Для дальнейшего изучения этой проблемы читайте книги Люси и Шведера (Lucy & Shweder, 1979, 1988) и Гарро (Garro, 1986).

Итак, факты не подтверждают гипотезу о том, что язык оказывает значительное влияние на наше мышление или на восприятие мира. Безусловно, верно то, что язык может влиять на нас (иначе не имело бы смысла писать эту книгу), но это влияние касается передачи идей, а не определения идей, над которыми мы размышляем.

Хотя язык, несомненно, влияет на мышление, похоже, что он не определяет типы понятий, над которыми мы размышляем.

Зависит ли язык от мышления?

Альтернативная возможность заключается в том, что структура языка определяется структурой мышления. Еще 2500 лет тому назад Аристотель утверждал, что категории мышления определяют категории языка. Есть основания верить в его правоту, но большинство из этих оснований были недоступны Аристотелю. Таким образом, хотя эта гипотеза существует уже 2500 лет, сегодня у нас имеются более веские основания ее придерживаться.

Существуют многочисленные причины полагать, что человеческая способность мыслить (т. е. заниматься неречевой когнитивной деятельностью, такой как запоминание и решение проблем) появилась в процессе эволюции раньше и проявляется в более раннем возрасте, чем способность использовать язык. Многие виды животных, не обладающие языком, по-видимому, способны к сложному познанию. Дети, до того как научатся эффективно использовать язык, обнаруживают явные признаки сравнительно сложных форм когнитивной деятельности. Если мы примем идею, что мышление появляется раньше языка, кажется естественным предположить, что язык возникает как инструмент, функция которого заключается в передаче мыслей. В целом верно, что инструменты должны соответствовать объектам, которыми они будут оперировать. Отсюда, в свою очередь, следует, что язык формируется так, чтобы соответствовать мыслям, которые он будет передавать. В дополнение к общим аргументам в пользу того, что структура мышления определяет структуру языка, большое количество фактов в поддержку этого мнения было получено в когнитивной психологии и смежных областях. Рассмотрим некоторые из них.

В главе 5 мы видели, что пропозициональные структуры являются очень важным типом структуры знания в репрезентации информации, полученной посредством языка и изображений. Эти пропозициональные структуры отражаются во фразовой структуре языка. Основные фразовые единицы языка обычно передают те или иные суждения. Например, фраза *высокий мальчик* передает суждение, что мальчик высок. При этом сам этот феномен — существование лингвистической структуры, отражающей структуру мышления, подтверждает зависимость языка от мышления.

Другой пример способа, которым мышление определяет язык, получен в исследовании фокальных цветов, проведенном Рош. Как говорилось ранее, зрительная система человека максимально чувствительна к определенным цветам. В результате в различных языках имеются специальные короткие, часто встречающиеся

слова, соответствующие этим цветам. Мы отмечали, что в английском языке это слова *черный, белый, красный, зеленый, желтый, синий, коричневый, фиолетовый, розовый, оранжевый* и *серый*. Таким образом, зрительная система определяет способ, которым в английском языке разделено цветовое пространство.

Мы найдем дополнительное подтверждение влияния мышления на язык, если рассмотрим порядок слов в предложении. В каждом языке существует предпочтительный порядок слов для выражения подлежащего (П), сказуемого (С) и дополнения (Д). Рассмотрим предложение, которое отражает порядок слов, принятый в английском языке:

- Lynne petted the Labrador. (Линн гладила лабрадора.)

Английский язык относится к типу языков с характерным порядком слов: подлежащее — сказуемое — прямое дополнение. Изучая разнообразные примеры языков мира, Гринберг (Greenberg, 1963) обнаружил, что в естественных языках используются только четыре из шести возможных порядков П, С и Д и один из этих четырех встречается редко. Ниже представлены шесть возможных порядков слов и частота, с которой каждый порядок встречается в языках мира (процентные показатели взяты из Ultan, 1969):

ПДС	44%	ДСП	0%
СДП	2%	СПД	19%
ПСД	35%	ДПС	0%

Важно отметить, что субъект почти всегда предшествует объекту. Этот порядок имеет определенный смысл, если мы подумаем о познании. Действие всегда начинается с агенса[1] и затем влияет на объект. Следовательно, вполне естественно, что подлежащее предложения, выполняющее функцию агенса, стоит на первом месте.

Структура языка различными способами отражает структуру того, как наш разум обрабатывает информацию об окружающем мире.

Модульный принцип организации языка

Мы обсудили возможность зависимости мышления от языка и зависимости языка от мышления. Существует третья логическая возможность, заключающаяся в том, что язык и мышление могут быть независимыми. Особым вариантом этого принципа независимости является так называемая позиция *модульности* (Chomsky, 1980; Fodor, 1983). Данная позиция выражается в положении о том, что язык — это отдельный когнитивный компонент, функционирующий обособленно от остальных когнитивных процессов. Фодор доказал, что существует отдельный лингвистический модуль, который сначала анализирует поступающую речевую информацию, а затем передает результаты этого анализа на общую когнитивную обработку. Аналогично, при генерации речи в этот лингвистический модуль поступают намерения, которые должны быть выражены в словах, и он генерирует

[1] Агенс — в теории глубинных падежей тот участник ситуации, описываемой в предложении, который осуществляет какие-либо активные действия. — *Примеч. перев.*

речь. Эта точка зрения не отрицает факта, что лингвистический модуль, возможно, сформировался для передачи мыслей. Однако она утверждает, что он функционирует по иным принципам, чем остальная часть познания, и «инкапсулирован» так, что не может подвергаться влиянию общих когнитивных процессов. Он может быть связан с общими когнитивными процессами лишь через передачу им своих продуктов и принятие продуктов их функционирования.

Гипотеза модульности оказалась главной разделяющей проблемой в своей области. Различные исследователи выступили в поддержку или против этой гипотезы. Две области исследования сыграли главную роль в оценке гипотезы модульности. Одна из них касается овладения языком. Цель таких исследований — установление того, происходит ли овладение языком в соответствии с уникальными принципами обучения или это происходит так же, как и при овладении другими когнитивными навыками. Вторая область — это понимание языка. В этом случае целью является установление того, протекают ли главные аспекты обработки языка с использованием каких-либо общих когнитивных процессов или без их участия. Некоторые из этих вопросов мы обсудим в следующей главе в связи с проблемой понимания языка. В этой же главе мы рассмотрим то, что известно об овладении языком. Сначала мы дадим беглый обзор общего хода овладения языком маленькими детьми, а затем обратимся к значению уникальности языка.

Согласно позиции модульности, овладение языком и его обработка независимы от других когнитивных систем.

Овладение языком

Имея опыт наблюдения за тем, как двое моих детей овладевают языком, я понимаю, насколько просто потерять из виду то, какая это удивительная способность. Дни и недели проходят, а изменения их лингвистических способностей почти незаметны. Прогресс кажется медленным. Но происходит нечто поразительное. С очень небольшими инструкциями, а часто вообще без них, дети к десятилетнему возрасту имплицитно достигают того, что поколения лингвистов со степенью доктора философии не могут достигнуть эксплицитно. Они усваивают все значительные правила естественного языка с тонкими взаимодействиями между ними, которых, по-видимому, насчитываются тысячи. Ни один лингвист за всю свою жизнь не смог описать грамматику какого-либо языка так, чтобы охватить все грамматические типы предложений. Но все мы, будучи детьми, усваиваем такую грамматику. К сожалению, наше знание грамматики языка не относится к предметам, которые мы можем ясно сформулировать. Это имплицитное знание (см. главу 7), которое мы можем только продемонстрировать, используя язык.

Процесс, при помощи которого дети усваивают язык, имеет некоторые характерные свойства, которые, по-видимому, присутствуют независимо от того, каким является их родной язык (языки мира существенно различаются). Хорошо известно, что новорожденные дети — шумные создания. Но разнообразие их звуков довольно убого. Их вокализации состоят почти полностью из звука «а» (хотя они могут порождать его с разной интенсивностью и с различной эмоциональной окраской). В течение нескольких месяцев после рождения детский голосовой

аппарат созревает, и к концу первого года дети отчетливо произносят большое количество речевых звуков, включая некоторые, не являющиеся частью языка, на котором говорят в их лингвистическом сообществе. Примерно в шесть месяцев происходит изменение в детском произношении. Они начинают заниматься тем, что называется лепетом. Лепет состоит из образования богатого разнообразия речевых звуков с интересными паттернами интонации. Однако эти звуки, как правило, полностью бессмысленны для слушателей.

Когда ребенку исполняется примерно год, появляются первые слова, что всегда служит источником большого волнения для родителей. Самые первые слова предназначены только для слуха заботливых родителей и воспитателей, но вскоре ребенок овладевает значительным репертуаром слов, которые понятны нетренированному уху и которые ребенок эффективно использует для выражения просьб и описания случившегося. Ранние слова конкретны и относятся к происходящему здесь и сейчас. У моих детей первыми словами были *Mommy, Daddy, Rogers* (от *Mister Rogers*), *cheese, puter* (от *computer*), *eat, hi, bye, go* и *hot* (*мама, папа, Роджерс* (от «Мистер Роджерс»), *сыр, пьютер* (от «компьютер»), *есть, привет, пока, иди* и *горячо*). Поразительное свойство этой стадии заключается в том, что речь состоит только из однословных высказываний. Даже если дети знают много слов, они никогда не объединяют их, чтобы составить многословные фразы. Дети довольно сложно используют одиночные слова. Они часто используют одно слово для сообщения целой мысли. Дети часто чрезмерно обобщают свои слова. Так, слово *собака* может использоваться для обозначения любого пушистого животного с четырьмя лапами.

Таблица 11.2

Двухсловные высказывания

Кендалл плывет	Писать книга
Подушка упала	Кендалл вертеться
Собачка лаять	Сидеть лужа
Книга Кендалла	Полотенце стелить
Видеть Кендалла	Снимать ботинок
Папа дверь	Там корова

Источник: Bowerman, 1973.

За стадией одиночных слов, длящейся примерно шесть месяцев, следует стадия, на которой дети складывают вместе два слова. Я хорошо помню наше родительское волнение, когда сын произнес свое первое двухсловное высказывание (в возрасте примерно 18 месяцев) *more gee*, что означало для него *more brie* — он был знатоком сыра. В табл. 11.2 приведены некоторые типичные двухсловные высказывания детей на этой стадии. Все их высказывания состоят из одного или двух слов. Как только их высказывания становятся длиннее двух слов, они включают в себя различное количество слов. Не существует соответствующей стадии трех слов. Двухсловные высказывания отражают дюжину или около того семантических отношений, включая агенс-действие, агенс—объект, действие—объект, объект—место, объект—атрибут, хозяин—объект, отрицание—объект и отрица-

ние—событие. Порядок, в котором дети располагают эти слова, обычно соответствует одному из порядков, которые были бы правильными в речи взрослых в детском лингвистическом сообществе.

Даже когда дети оставляют двухсловную стадию и говорят предложениями, содержащими от трех до восьми слов, их речь сохраняет своеобразное качество, которое иногда называют телеграфным. В табл. 11.3 приведены некоторые из этих более длинных многословных высказываний. Дети говорят в некоторой степени так, как люди пишут в телеграммах, опуская не очень важные функциональные слова вроде *the* и *is*. Фактически, в период раннего детства в речи ребенка редко можно встретить высказывания, которые можно было бы считать хорошо сформированными предложениями. Но именно из этого в конечном счете появляются грамматические предложения. Можно было бы ожидать, что дети научатся хорошо говорить некоторые виды предложений, затем научатся хорошо говорить другие виды предложений и т. д. Но по-видимому, дети начинают сразу говорить все виды предложений, и все из них несовершенно. Их языковое развитие характеризуется не изучением большего количества видов предложений, а тем, что их предложения постепенно приближаются к предложениям взрослых.

Таблица 11.3

Многословные высказывания

Put truck window Поставь машину окно	My balloon pop Мой шарик лопнул
Want more grape juice Хочу больше виноградный сок	Doggie bit me mine boot Собака укусила меня ногу
Sit Adam chair Сидеть Адам кресло	That Mommy nose right there Мамин нос там
Mommy put sack Мама положила мешок	She's wear that hat Она носит ту шляпу
No I see truck Нет я вижу машину	I like pick dirt up firetruck Мне нравится мыть пожарная машина
Adam fall toy Адама упала игрушка	No pictures in there Нет картинок там

Источник: Brown, 1973.

Кроме пропуска слов, существуют другие аспекты, в которых ранняя детская речь несовершенна. Классический пример этого касается правил образования множественного числа в английском языке. Первоначально дети не различают в своей речи единственное и множественное число и используют вместо обеих форм форму единственного числа. Затем они обучаются правилу добавления *s* для образования множественного числа, но чрезмерно обобщают его, распространяя и на исключения (например, множественное число от слова *foot*, которое должно быть *feet*, у них звучит как *foots* или даже *feets*; подобно этому, русскоговорящие дети могут сказать *человеков*). Постепенно они осваивают правила образования множественного числа для нестандартных слов. Этот процесс продолжается вплоть до взрослости. Когнитивные ученые должны знать, что множественным

числом слова *schema* было слово *schemata* (факт, который я скрыл от читателей, когда в главе 5 обсуждались схемы).

Другой параметр, по которому дети должны улучшить свой язык, касается порядка слов. Дети испытывают особенные трудности с теми аспектами языка, которые подразумевают трансформационные перемещения терминов с их естественных позиций во фразовой структуре (см. обсуждение в этой главе, приведенное выше). Например, существует момент, когда дети формируют вопросы, не перемещая вспомогательный глагол из глагольной группы:

- What me think?
- What the doggie have?

Даже позднее, когда детская спонтанная речь выглядит хорошо сформированной, они будут допускать ошибки в понимании, которые показывают, что дети еще не освоили все тонкости языка. Например, Хомски (Chomsky, 1970) обнаружил, что дети испытывают трудности при понимании предложений вроде *John promised Bill to leave* (Джон обещал Биллу уехать), интерпретируя Билла как человека, который уехал. Глагол *promise* необычен в этом случае, — например, сравните приведенное предложение с *John told Bill to leave* (Джон сказал Биллу, что уедет), которое дети интерпретируют правильно.

К 6 годам дети усваивают бóльшую часть своего языка, хотя продолжают изучать детали по крайней мере до 10-летнего возраста. За этот период они осваивают десятки тысяч специальных правил и запоминают десятки тысяч слов. Исследования скорости изучения детьми слов показывают, что они выучивают больше чем 5 слов в день (Carey, 1978; Clark, 1983). Естественный язык требует овладения бóльшим количеством знаний, чем любая другая область человеческого опыта из тех, что мы рассматривали в главе 9. Но, конечно, нельзя забывать о том, что процессу овладения языком дети уделяют очень много времени — для нормального овладения речью к 6 годам дети должны получить не менее 10 000 ч практики разговора и понимания речи.

Детская речь постепенно приближается к речи взрослых путем постоянного образования все больших и более сложных конструкций.

Проблема правил и прошедшее время

Существенное разногласие в исследованиях овладения языком касается вопроса о том, изучают ли дети то, что рассматривается как правила, вроде тех, что являются частью лингвистической теории. Например, когда ребенок, изучающий английский язык, начинает спрягать глагол, такой как *kick*, добавляя *ed* для образования прошедшего времени, изучает ли он на самом деле правила образования прошедшего времени или просто учится объединять *kick* и *ed*? Маленький ребенок определенно не может эксплицитно сформулировать правило добавления *ed*, но это может всего лишь означать, что это знание имплицитно.

Некоторые из интересных фактов на этот счет касаются того, как дети учатся обращаться с прошедшим временем для неправильных глаголов — например, прошедшее время *sing* есть *sang*. Порядок, в котором дети учатся спрягать глаголы для образования форм прошедшего времени, следует той же характерной последова-

тельности, которую мы отметили для множественного числа. Сначала дети используют нестандартные глаголы правильно, образуя *sang*; затем они чрезмерно обобщают правило образования прошедшего времени и образуют *singed*. (Подобным образом русскоговорящие дети могут, например, руководствуясь тем, что прошедшее время образуется обычно при помощи суффикса -л-, образовывать *идул* вместо *шел*.) Но в конце концов, они навсегда понимают это верно и возвращаются к *sang*. Существование промежуточной стадии чрезмерного обобщения использовалось как довод в пользу существования правил, так как ребенок никак не может научиться из непосредственного опыта объединять *sing* и *ed*. Скорее, как следует из данного аргумента, ребенок, должно быть, чрезмерно обобщает изученное правило.

Эта традиционная интерпретация овладения прошедшим временем подверглась сильному сомнению Румельхартом и Мак-Клелландом (Rumelhart & McClelland, 1986a). Используя свою общую коннекционистскую модель *PDF* (см. обсуждение в главе 1), эти исследователи отметили, что коннекционистские сети, настроенные на ассоциации, естественным образом образуют такие обобщения. (Мы обсуждали, как образуются такие обобщения в контексте примера «Ракет» и «Акул» на рис. 1.10.) Они создали коннекционистскую сеть, изображенную на рис. 11.4, для изучения прошедшего времени глаголов. В эту сеть вводится основная форма глагола (например, *kick*, *sing*), и после ее прохождения через некоторое количество уровней ассоциации должна появиться форма прошедшего времени.

Эта компьютерная модель была обучена набору из 420 пар основных форм глагола и форм прошедшего времени. Использовалась стандартная коннекционистская система обучения. Модель отражала стандартную последовательность разви-

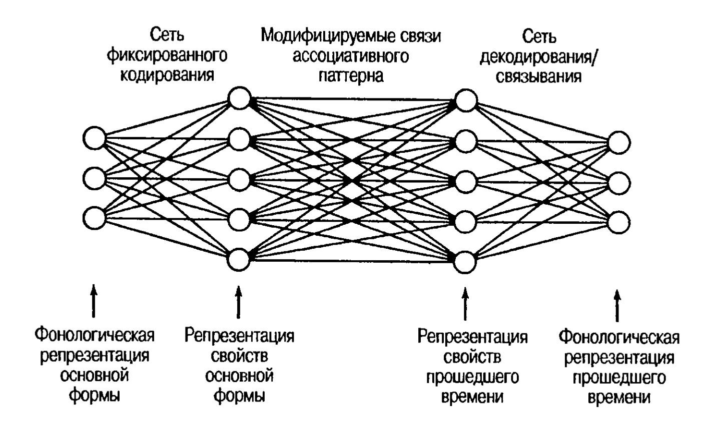


Рис. 11.4. Сеть для образования прошедшего времени. Фонологическая репрезентация основной формы преобразуется в представление распределенных свойств. Оно преобразуется в распределенную репрезентацию свойств прошедшего времени, которая затем отображается в фонологическую репрезентацию прошедшего времени (Rumelhart & McClelland, 1986a)

тия детей, сначала генерируя правильные формы нестандартных глаголов, затем чрезмерно обобщая их и, в конце концов, понимая правило верно. Она проходила через промежуточную стадию образования форм прошедшего времени вроде *singed* из-за обобщения стандартных форм прошедшего времени. Имея достаточную практику, модель, в сущности, запоминала формы прошедшего времени и не использовала обобщение. Румельхарт и Мак-Клелланд заключили:

> Мы представили, как мы полагаем, альтернативу мнения, что дети изучают правила образования прошедшего времени каким-нибудь эксплицитным способом. Мы показали, что может быть представлена разумная оценка овладения прошедшим временем без использования понятия «правила» иначе, кроме как для описания языка. Мы показали, что в этом случае нет проблемы индукции. Ребенку не нужно понимать суть этих правил или даже знать об их существовании.

Их утверждения вызвали возражения со стороны Пинкера и Принса (Pinker & Prince, 1988). Пинкер и Принс указывали на то, что способность образовывать начальную стадию правильных нестандартных глаголов зависит от постулированного Румельхартом и Мак-Клелландом первоначального использования несоразмерно большего числа нестандартных глаголов, чем в действительности использует ребенок. Они также критиковали эту модель по многим другим пунктам, включая тот факт, что иногда она генерировала высказывания, которые дети не образовывали никогда, например она генерировала *membled* как прошедшее время от *mail.*

Другой пункт их критики касался того, было ли на самом деле возможным по-настоящему изучить прошедшее время в процессе ассоциирования основной формы с формой прошедшего времени. Оказывается, что способ спряжения, при помощи которого образуется прошедшая форма глагола, зависит не только от его основной формы, но также и от его значения. Например, слово *ring* как глагол имеет два значения: производить звук и окружать. Хотя основная форма одинакова, прошедшее время в первом случае будет *rang*, а во втором — *ringed*, как в следующих предложениях:

- He rang the bell.
- They ringed the fort with soldiers.

Неясно, насколько важны эти аргументы, и уже предпринято несколько более адекватных попыток составить такие коннекционистские модели (например, MacWhinney & Leinbach, 1991; Daugherty, MacDonald, Petersen, & Seidenberg, 1993, а возражения см. в Marcus, Brinkman, Clahsen, Wiese, Woest, & Pinker, 1995).

Марслен-Вилсон и Тайлер (Marslen-Wilson & Tyler, 1998) утверждают, что споры между подходом, основанном на правилах, и ассоциативным подходом не могут быть разрешены только рассмотрением того, как дети овладевают языком. Они предполагают, что можно получить более убедительные доказательства, изучая свойства нервной системы, обеспечивающие обработку прошедшего времени у взрослых. Они приводили примеры двух видов таких доказательств, которые, казалось, имели значение для объяснения характера обработки прошедшего времени. Во-первых, они приводили факты, полученные при изучении пациентов с афазиями (нарушениями лингвистической обработки, которые являются результатом поражений мозга — см. главу 1). Они утверждают, что некоторые пациенты

неадекватно обрабатывали прошедшее время стандартных глаголов, в то время как другие неадекватно обрабатывали прошедшее время нестандартных глаголов. Пациенты первой группы имели серьезные поражения зоны Брока, которая в основном связана с синтаксической обработкой. В противоположность этому, пациенты с неадекватной обработкой прошедших форм нестандартных глаголов имели поражения височных долей, которые в основном связаны с ассоциативным обучением. Во-вторых, они приводили данные, полученные с помощью ПЭТ Джагером с коллегами (Jaeger et al., 1996), которые изучали обработку прошедшего времени глаголов здоровыми взрослыми людьми. Джагер с коллегами обнаружили активность в зоне Брока только при обработке прошедшего времени стандартных глаголов и активность в височных долях мозга во время обработки прошедшего времени нестандартных глаголов. Опираясь на эти данные, Марслен-Вилсон и Тайлер пришли к выводу, что прошедшее время стандартных глаголов может обрабатываться на основе правил, в то время как нестандартные глаголы могут обрабатываться на основе ассоциаций.

Прошедшее время нестандартных глаголов формируется ассоциативно, и ведутся споры о том, формируется ли прошедшее время стандартных глаголов ассоциативно или основываясь на правилах.

Качество поступающей информации

Характерной особенностью того, как дети овладевают родным языком, является тот факт, что, в отличие от овладения другими навыками (в том числе иностранным языком), дети при овладении родным языком не получают никаких инструкций или получают их в очень небольшом объеме. Таким образом, задача ребенка состоит в выводе структуры естественного языка из услышанного от родителей, воспитателей и других детей. В дополнение к тому, что он не получает никаких прямых инструкций, ребенок получает мало информации о том, что является некорректными формами в естественном языке. Многие родители вообще не поправляют речь своих детей, а те, которые поправляют, по-видимому, делают это безо всякого эффекта. Рассмотрим следующий известный диалог между родителем и ребенком (McNeill, 1966):

Ребенок. Никто не любить меня.
Мать. Нужно говорить «Меня никто не любит».
Ребенок. Никто не любить меня.
Мать. Нет, нужно говорить «Меня никто не любит».
Ребенок. Никто не любить меня.

[диалог повторяется восемь раз]

Мать. Нет, послушай внимательно, говори «Меня никто не любит».
Ребенок. Ну, меня никто не любить.

Этот недостаток негативной информации приводит в недоумение многих ученых, изучающих овладение естественным языком. Мы увидели, что ранняя детская речь полна ошибок. Если им никогда не указывают на их ошибки, почему дети вообще перестают говорить неправильно и усваивают надлежащие формы?

Так как дети получают мало указаний о природе языка и игнорируют большинство из тех, что получают, их учебная задача состоит в индукции — они должны усвоить, что является приемлемыми выражениями в их языке из выражений, которые они слышат. Это очень сложная задача даже в идеальных условиях, а дети редко действуют в идеальных условиях. Например, дети слышат грамматически правильные предложения в смеси с неправильными. Как они избегают заблуждений, вызываемых этими предложениями? Некоторые родители и воспитатели стараются сформулировать свои высказывания, обращенные к детям, просто и ясно. Этот вид речи, подразумевающий использование коротких предложений с усиленной интонацией, называется «материнским языком»[1] (Snow & Ferguson, 1977). Хотя не все дети пользуются таким преимуществом, они все же осваивают родной язык. Некоторые родители разговаривают со своими детьми только «взрослыми» предложениями, и дети заучивают их, как это происходит в племени калули, которое изучал Шиффлин (Schieffelin, 1979); другие родители не говорят со своими детьми вообще, а они все равно осваивают язык, слушая речь взрослых (Heath, 1983). Более того, среди типичных родителей нет корреляции между степенью использования «материнского языка» и скоростью развития речи (Gleitman, Newport, & Gleitman, 1984). Итак, качество поступающей информации не может быть решающим фактором.

Другой любопытный факт заключается в том, что дети, по-видимому, способны осваивать язык при полном отсутствии поступающей информации. Голдин-Мидоу, Батчер, Майлэндер и Додж (Goldin-Meadow, Butcher, Mylander, & Dodge, 1994) исследовали глухого ребенка, имеющего говорящих родителей, которые решили обучить его губным методом. Глухим детям очень сложно учиться говорить, но довольно просто осваивать язык жестов, который является достаточно изящным. Несмотря на факт, что родители ребенка не обучали его языку жестов, он разработал свой собственный язык жестов для общения с родителями. В этом языке у него были существительные и глаголы, он также разработал свою морфологию для обозначения синтаксических ролей. Таким образом, вполне вероятно, что дети рождаются со склонностью к общению и неизбежно будут осваивать язык, неважно какой.

Сам факт того, что маленькие дети успешно осваивают язык почти в любых условиях, использовался как доказательство, что способ, которым мы изучаем язык, должен каким-нибудь образом отличаться от способов приобретения других когнитивных навыков. Также указывалось на то, что дети успешно изучают свой родной язык на том уровне развития, когда их общие интеллектуальные способности еще слабы.

Дети усваивают язык в очень раннем возрасте, пользуясь лишь незначительным количеством прямых инструкций.

[1] «Материнский язык» (*motherese*) — форма разговора матери с маленьким ребенком, характеризующаяся постоянными повторами, упрощенной грамматикой, подчеркнутой интонацией и использованием уменьшительных форм (например: «Посмотри на собачку! Видишь собачку? Это собачка!»); при этом также отмечается тенденция уточнять или комментировать сказанное ребенком. Иногда подобная форма разговора с маленькими детьми отмечается в речи отцов (*fatherese*) и людей, ухаживающих за детьми (бабушки, дедушки, няньки). Главное назначение — обучение ребенка основным функциям и структуре языка. — *Примеч. перев.*

Критический период овладения языком

Существует мнение, что маленькие дети, по-видимому, овладевают вторым языком намного быстрее, чем старшие дети или взрослые. Из этого делается вывод, что существует определенный критический период, от 2 до примерно 11 лет, когда изучение языка дается легче всего. До недавнего времени это мнение основывалось на наблюдениях за детьми разных возрастов и взрослыми в новых лингвистических сообществах, например когда семьи переезжали в другую страну в результате корпоративной командировки или когда иммигранты приезжали в страну на постоянное жительство. Говорят, что маленькие дети быстрее привыкают к новому языку, чем старшие дети или взрослые. Но между взрослыми, старшими детьми и маленькими детьми существуют большие различия в количестве лингвистического опыта и в его характере (например, навыки вести разговоры о ценных бумагах, истории или компьютерных играх), а также в желании учиться (McLaughlin, 1978; Nida, 1971). Тщательные исследования ситуаций, в которых контролировались эти факторы, обнаруживали положительную зависимость между возрастом ребенка и темпом лингвистического развития (Ervin-Tripp, 1974). То есть старшие дети (старше 11 лет) учатся быстрее, чем младшие.

Несмотря на то что старшие дети и взрослые могут вначале осваивать новый язык быстрее, чем младшие дети, по-видимому, они не достигнут в итоге такого же высокого уровня владения тонкостями языка, например в фонологии и морфологии (Lieberman, 1984; Newport, 1986). Так, способность научиться говорить на втором языке без акцента с возрастом значительно ухудшается (Oyama, 1978). В одном исследовании Джонсон и Ньюпорт (Johnson & Newport, 1989) изучали уровень владения английской речью, достигнутый корейцами и китайцами, как функцию возраста, в котором они приехали в Америку. Все они жили в США примерно 10 лет. На рис. 11.5 показана связь между возрастом, в котором они при-

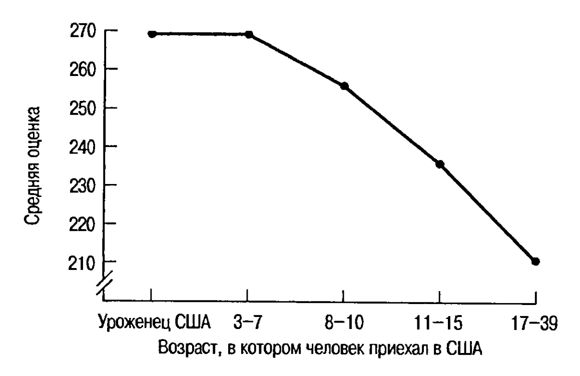


Рис. 11.5. Связь между возрастом, в котором человек приехал в США, и общим количеством очков, набранных в тесте грамматики английского языка (Johnson & Newport, 1989. Воспроизведено с разрешения *Academic Press*)

ехали в страну, и результатами теста по английской грамматике. Как можно увидеть, имеется спад показателей у людей, которые приехали в Америку после примерно 8–10 лет. Таким образом, хотя мнение о том, что изучение языка у младших детей происходит быстрее, и неверно, лучшее владение языком действительно будет достигнуто теми, кто начал изучать язык в более раннем возрасте.

Большинство исследований влияния возраста на овладение языком естественным образом подразумевает вторые языки. Но Ньюпортом и Супалла (Newport & Supalla, 1990) было проведено интересное исследование овладения родным языком. Они рассматривали овладение глухими детьми американским вариантом языка жестов, которым овладевают в юношеском или взрослом возрасте. Глухих детей говорящих родителей иногда не обучают языку жестов до достаточно позднего возраста, и поэтому они не овладевают никаким языком в ранние годы своей жизни. Взрослые, овладевшие языком жестов, в конечном счете хуже владеют им, чем люди, научившиеся ему в детстве.

Примерно в десятилетнем возрасте дети начинают терять способность овладения новым языком до высокого уровня.

Языковые универсалии

Хомски (Chomsky, 1965) доказал, что в основе овладения языком лежат особые врожденные механизмы. В частности, он утверждал, что количество формальных возможностей естественного языка настолько велико, что его изучение было бы невозможным без обладания определенной врожденной информацией о возможных формах естественных человеческих языков. Формально можно доказать, что утверждение Хомски верно. Несмотря на то что более детальный анализ выходит за рамки этой книги, обратимся за помощью к аналогии. С точки зрения Хомски, проблема состоит в том, что дети начинают изучать грамматику родного языка, опираясь только на примеры произношения. Задачу можно сравнить с попыткой найти в куче второй носок (язык). Можно использовать различные свойства (произношение) носка для того, чтобы определить подходящий. Но если куча носков довольно большая и носки почти одинаковые, то задача становится невыполнимой. Подобным же образом, формально возможные грамматические системы достаточно похожи друг на друга, чтобы сделать невозможным изучение какого-либо формального языка. Но поскольку изучение языка является очевидным фактом, мы должны, согласно Хомски, иметь специальное врожденное знание, которое позволяет существенно ограничить количество возможных грамматических систем, которые мы должны принимать во внимание. В аналогии с носком это было бы похоже на то, что нам заранее известно, в какой части кучи искать носок.

Хомски предполагает, что существуют *языковые универсалии*, которые ограничивают возможные характеристики естественного языка и естественной грамматики. Он допускает, что дети могут выучить естественный язык, потому что владеют врожденным знанием этих языковых универсалий. Язык, который их нарушает, было бы просто невозможно выучить. Это означает, что есть гипотетические языки, которые ни один человек не смог бы выучить. Языки, которые возможно выучить, называются *естественными языками*.

Как указано выше, формально можно доказать, что утверждение Хомски верно, т. е. должны существовать ограничения на возможные формы естественного языка. Но необходимо выяснить, отражают ли эти ограничения какие-либо специфически лингвистические знания детей, или они просто отражают когнитивные ограничения механизмов обучения. Хомски утверждал, что эти ограничения специфичны для языка. Именно это утверждение вызывает серьезный вопрос: на что распространяются эти ограничения — на форму универсалий естественных языков или на форму универсалий познания?

Говоря о языковых универсалиях, Хомски касается знания основ грамматики. Напомним, что анализ компетентности связан с абстрактной спецификацией того, что человек знает о языке; напротив, анализ выполнения связан с тем, как человек использует язык. Таким образом, Хомски утверждает, что дети обладают врожденными ограничениями на тип структуры фраз и трансформаций естественного языка. Вследствие абстрактного, не связанного с выполнением характера этих подразумеваемых универсалий невозможно оценить утверждение Хомски просто путем изучения деталей усвоения какого-либо определенного языка. Скорее, нужно искать свойства, характерные для всех языков или для усвоения всех языков. Эти универсальные свойства служили бы отражением языковых универсалий, наличие которых постулирует теория Хомски.

Хотя языки могут иметь большие различия, присутствует и некоторая схожесть. Например, как отмечалось ранее, фактически ни в одном языке дополнение не ставится перед подлежащим. Но такое ограничение, очевидно, имеет и когнитивное объяснение (как и многие другие ограничения языковых форм).

Часто схожесть между языками кажется такой естественной, что мы забываем о том, что могут существовать и другие возможности. Одна из таких языковых универсалий состоит в том, что прилагательное находится рядом с существительным, которое оно определяет. Например, мы переводим фразу: *Смелая женщина бьет жестокого мужчину* на французский так:

- *La femme brave a frappé l'homme cruel,*

а не как:

- *La femme cruel a frappé l'homme brave,*

хотя язык, в котором прилагательное рядом с подлежащим-существительным определяет существительное-дополнение и наоборот, логически возможен. Тем не менее ясно, что такая языковая конструкция была бы абсурдна в терминах ее когнитивных требований. Это потребовало бы, чтобы слушатель помнил прилагательное из начала предложения до тех пор, пока в конце не появится существительное. Ни один естественный язык не имеет такой неправильной структуры. Если для этого требуются доказательства, на примере искусственного языка мною было показано, что взрослые испытуемые были неспособны выучить такой язык (Anderson, 1978b). Таким образом, многие из универсалий языка, очевидно, имеют когнитивное происхождение и, следовательно, не могут служить подтверждением позиции Хомски. В следующих разделах мы рассмотрим некоторые универсалии, которые, вероятно, более специфичны для языка.

Существуют универсальные ограничения на типы языков, которыми могут овладеть люди.

Ограничения на трансформации

Существует ряд определенных ограничений на трансформации перемещения (см. раздел «Трансформации» на с. 350), которые использовались для доказательства существования языковых универсалий. Одним из наиболее широко обсуждавшихся ограничений является так называемое ограничение «А-через-А». Сравните предложения 1 и 2:

1. Which woman did John meet who knows the senator? (Какую женщину, знающую сенатора, встретил Джон?)
2. Which senator did John meet the woman who knows? (Какую сенатора встретил Джон женщину знающую?)

Лингвисты полагают, что предложение 1 приемлемо, а 2 — нет. Предложение 1 может быть получено путем трансформации из предложения 3 (см. ниже). Эта трансформация перемещает словосочетание *какую женщину* вперед:

3. John met which woman who knows the senator? (Джон встретил какую женщину, знающую сенатора?)
4. John met the woman who knows which senator? (Джон встретил женщину, знающую какого сенатора?)

Предложение 2 может быть получено в результате аналогичной трансформации, произведенной над словосочетанием *какой сенатор* в предложении 4, но очевидно, что такая трансформация не может привести к такой именной группе, как *какой сенатор*, если она включена в другую именную группу (в этом случае фраза *какой сенатор* является частью элементарного предложения, определяющего слово *женщина*, и также частью именной группы, связанной со словом *женщина*). Трансформации могут перемещать встроенные существительные, если они не являются частью элементарного предложения, определяющего другие существительные. Поэтому, например, приемлемое предложение 5 получено путем трансформации из предложения 6:

5. Which senator does Mary believe that Bill said that John likes? (Какому сенатору верит Мэри, что Билл сказал, что Джону нравится?)
6. Mary believes that Bill said that John likes which senator? (Мэри верит, что Билл сказал, что Джону нравится какой сенатор?)

Таким образом, мы видим, что существует самое произвольное ограничение по трансформации, которая создает вопрос со словом *какой*? Это применимо к любому встроенному существительному, если оно не является частью другой именной группы. Из-за произвольности такого ограничения трудно представить себе, как ребенок сможет разгадать его, — если он не знает, что это универсалия языка. Безусловно, ребенку никогда не рассказывали об этом факте.

Существование таких ограничений на форму языка ставит сложную задачу для любой теории усвоения языка. Они настолько специфичны, что трудно представить, как можно их выучить, если ребенок не подготовлен к этому специально.

Трансформации налагают довольно произвольные ограничения на перемещения.

Установление параметров

На фоне дискуссии о языковых универсалиях может создаться впечатление, что все языки в основном похожи. Это далеко не так. По многим характеристикам языки в корне различны. Существуют абстрактные свойства, такие как ограничение «А-через-А», которое может быть общим для всех языков, но есть множество свойств, по которым языки различаются. Мы уже упоминали, что в каждом языке существует свой порядок для подлежащего, сказуемого и дополнения. Языки также отличаются по тому, насколько строгий у них порядок слов. В английском языке порядок слов очень строгий, но в некоторых языках с множеством склонений, например в финском, можно строить предложение почти с любым порядком слов. Есть языки, в которых глаголы не имеют временных форм, а также есть языки, в которых выделяются глаголы для обозначения мобильности предметов, над которыми совершается действие.

Другой пример различий, который был предметом обсуждения, заключается в том, что некоторые языки, такие как итальянский и испанский (и русский), — это так называемые языки с опущенными местоимениями: они допускают опускание местоимения, когда оно — подлежащие. Так, по-английски мы сказали бы *I go to the cinema tonight*, итальянцы могут сказать *Vado al cinema stasera*, а испанцы — *Voy al cine esta noche* (и по-русски: *сегодня вечером пойду в кино*). Было доказано, что опущенное местоимение — это характеристика, по которой различаются естественные языки, и хотя дети не могут рождаться, зная, опускаются в их языке местоимения или нет, они могут рождаться, зная, что это может быть так или иначе. Таким образом, знание, что фактор опущенных местоимений существует, является одной из подразумеваемых универсалий естественных языков.

Знание такой характеристики, как опущенные местоимения, полезно, потому что она определяет ряд особенностей. Например, если в языке отсутствует опускание местоимений, то требуются так называемые вставные местоимения. В английском языке, языке без опускания местоимения, вставными местоимениями являются *it* и *there*, когда они используются в таких предложениях, как *It is raining* и *There is no money*. В английском языке эти лишенные семантического смысла местоимения требуются по определению, так как в языке без опускания местоимений место подлежащего не может оставаться пустым. Языки с опущенными местоимениями, такие как испанский и итальянский (и русский), в подобных местоимениях не нуждаются.

Хаймс (Hyams, 1986) доказала, что дети, начиная учить язык, включая английский, будут использовать его как язык с опущенными местоимениями и выборочно опускать местоимения, даже если это неправильно в языке взрослых. Она отмечает, что маленькие дети, изучая английский, склонны опускать подлежащие. Они также не пользуются вставными месточмениями даже тогда, когда они являются частью языка взрослых. Когда дети начинают пользоваться вставными местоимениями в языке без опущенных местоимений, одновременно они перестают опускать местоимения, которые выполняют функцию подлежащего. Хаймс утверждает, что именно тогда они узнают, что их язык без опускаемых местоимений. Для дальнейшего обсуждения предположения Хаймс и альтернативных формулировок читайте книгу Блума (Bloom, 1994).

Считается, что многие различия между естественными языками могут быть преодолены путем установки сотни или более параметров, таких как параметр опускаемых местоимений, и что главное в изучении языка — научиться устанавливать эти параметры (конечно, нужно выучить гораздо больше, чем эти параметры, например огромный словарный запас). Эта теория овладения языком называется правилом *установления параметров*. Она весьма спорна, но дает нам возможность представить, что может значить для ребенка быть подготовленным к изучению языка и иметь врожденные, специфические для языка знания.

Было сделано предположение, что изучить структуру языка – значит научиться устанавливать сотню или более параметров, по которым различаются естественные языки.

Уникальность языка: выводы

Что касается вопроса о том, действительно ли язык является системой, отличной от других когнитивных систем человека, следует сказать, что судьи все еще консультируются. Статус языка — это главная проблема когнитивной психологии Эта проблема будет разрешена с помощью более детальных эмпирических и теоретических исследований, чем рассмотренные в этой главе. Идеи этой главы послужили для определения контекста дальнейших исследований. В следующей главе будет рассмотрено современное состояние наших знаний о деталях понимания языка. Тщательное экспериментальное исследование таких тем окончательно разрешит вопрос об уникальности языка.

Замечания и рекомендуемая литература

Существует ряд учебников по психологии языка, которую иногда называют психолингвистикой. Существуют два «классических» учебника — Кларка и Кларка (Clark & Clark, 1977) и Фодора, Бевера и Гарретта (Fodor, Bever, & Garrett, 1974) Более современными являются работы Гернсбахера (Gernsbacher, 1993), Глисона и Ратнера (Gleason & Ratner, 1993), Ошерсона и Ласника (Osherson & Lasnik, 1990), Сингер (Singer, 1990) и Тейлора и Тейлора (Taylor & Taylor, 1990). Пинкер (Pinker, 1994) представил всестороннее исследование языка. Под редакцией Гернбахера (Gernsbacher, 1994) вышел сборник статей, в которых рассматриваются исследования в области психолингвистики.

ГЛАВА 12

Понимание языка

Один из наиболее популярных инструментов мира научной фантастики — компьютер или робот, который может понимать язык и разговаривать. Он либо злой герой, как Хол в фильме «2001 год: космическая Одиссея», либо же добрый, как *СЗРО* в «Звездных войнах». Разработчики искусственного интеллекта действительно предпринимали попытки создать компьютеры, которые могли бы понимать и воспроизводить язык. Прогресс не стоит на месте, хотя теперь очевидно, что Стэнли Кубрик был не прав, предсказав появление Хола в 2001 г. Успешное использования языка зависит от большого объема знаний и информации. Эта глава посвящена использованию языка, в частности его пониманию (в отличие от генерирования). Выбирая эту тему, мы собираемся рассматривать то, в чем достигнута наибольшая ясность, ведь о понимании языка известно больше, чем о его генерировании.

Обсуждая вопрос понимания языка, мы рассмотрим понимание в процессе как слушания, так и чтения. Часто полагают, что процесс слушания является более фундаментальным. Но и при слушании, и при чтении задействованы многие общие факторы. Выбор материала исследования — письменного или устного — определяется с учетом удобства манипулирования им в ходе эксперимента. Это означает, что в большинстве случаев исследовался письменный материал.

Выделяют три стадии понимания. Первая стадия включает в себя процесс восприятия, с помощью которого первоначально кодируется акустическое или письменное сообщение. Вторая называется стадией синтаксического анализа. *Синтаксический анализ* — это процесс, при котором слова в сообщении преобразуются в ментальную репрезентацию совместного значения слов. Третья стадия — это стадия *использования*, в которой адресат фактически использует ментальную репрезентацию значения предложения. Если предложение является утвердительным, то слушатели просто сохраняют значение в памяти; если это вопросительное предложение, то они дают ответ; если это повеление, то они подчиняются. Но слушатели не всегда столь уступчивы. Они могут использовать утверждение о погоде, чтобы сделать вывод о личности собеседника, они также могут отвечать вопросом на вопрос или же делать диаметрально противоположное тому, о чем просит собеседник. Эти три стадии — восприятие, синтаксический анализ и использование — следуют друг за другом при необходимости; но они могут и частично накла-

дываться друг на друга. В то время как слушатели воспринимают вторую часть предложения, они уже делают вывод о первой его части. В этой главе мы сосредоточим внимание на двух процессах более высокого уровня — синтаксическом анализе и использовании. (О стадии восприятия речь шла в главе 2.)

Понимание языка включает в себя перцептивную стадию и следующие за ней стадию синтаксического анализа и стадию использования.

Синтаксический анализ

Компонентная структура

Структура языка определяется набором правил, которые позволяют перейти от отдельного ряда слов к интерпретации значения этого ряда. Например, в английском языке мы знаем, что, если мы слышим последовательность «существительное — действие — существительное», говорящий имеет в виду, что инстанция первого существительного выполнила действие над инстанцией второго существительного. И наоборот, если предложение имеет последовательность «на существительное подействовало существительное», говорящий имеет в виду, что инстанция второго существительного выполнила действие над инстанцией первого существительного. Таким образом, знание синтаксической структуры английского языка позволяет нам видеть различие между предложениями: «Врач застрелил адвоката» и «Врач был застрелен адвокатом».

Обучаясь понимать язык, человек усваивает множество правил, которые кодируют различные лингвистические паттерны в языке и соотносят эти паттерны с интерпретацией значений. Но невозможно выучить правила для каждого паттерна предложения, так как предложения бывают длинными и сложными. Потребовалось бы значительное (вероятно, бесконечное) число паттернов, чтобы закодировать все возможные формы предложения. Хотя мы еще не научились интерпретировать все возможные паттерны целого предложения, но мы уже можем интерпретировать субпаттерны, т. е. словосочетания в этих предложениях, и объединять, или связывать, интерпретации этих субпаттернов. Эти субпаттерны соответствуют основным фразам, или модулям, в структуре предложения. Эти фразовые модули иначе называются *компонентами*. В предыдущей главе мы обсуждали данные, подтверждающие психологическую реальность структуры фразы при генерировании языка. Ниже мы рассмотрим несколько свидетельств психологической реальности использования компонентной структуры при понимании.

Казалось бы, чем более опознаваема компонентная структура предложения, тем легче данное предложение для понимания. Граф и Торри (Graf & Torrey, 1966) предъявляли испытуемым предложения, разбив их на отдельные строки. Эти отрывки могли быть представлены как в форме А, в которой каждая линия соответствует границе основного компонента, так и в форме Б, в которой применена другая последовательность. Ниже приведены примеры двух типов отрывков.

Испытуемые лучше понимали отрывки из формы А. Это указывает на то, что выявление компонентной структуры важно для синтаксического анализа предложения.

Форма А	*Форма Б*
В течение Второй мировой войны даже фантастические схемы принимались во внимание если казалось, что они помогут в прекращении конфликта.	В течение Второй мировой войны даже фантастические схемы принимались во внимание, если казалось, что они помогут в прекращении конфликта.

Когда люди читают подобные отрывки, они машинально делают паузу на границах между смысловыми группами. Ааронсон и Скарборо (Aaronson & Scarborough, 1977) предложили испытуемым прочитать слово за словом предложение, показанное на экране компьютера. Когда испытуемые хотели прочитать новое слово, они должны были нажать клавишу. В рис. 12.1 показан паттерн времени чтения предложения с целью последующего воспроизведения. Обратите внимание на *U*-образные паттерны с длительными паузами на границах фраз. По-видимому, после прочтения каждой главной фразы участникам требуется время, чтобы обработать информацию.

Когда человек обработал компонент или фразу, уже нет необходимости ссылаться на конкретные слова в данном компоненте. Это связано с тем, что такие компоненты являются естественными смысловыми единицами, а интерпретация слов может завершиться ближе к границе компонента. Таким образом, мы можем прогнозировать, что испытуемые будут хуже запоминать точную словесную форму выражения компонента после завершения синтаксического анализа одного компонента и начала анализа другого. Эксперимент Джарвеллы (Jarvella, 1971) подтверждает это предположение. Он читал участникам отрывки, которые прерывал в разных местах. В паузах испытуемых просили записать прочитанный отрывок как можно полнее. Интерес представляли отрывки, заканчивавшиеся предложениями, в составе которых было 13 слов. Вот пример такого предложения:

1 Having	2 failed	3 to	4 disprove	5 the	6 charges,	
7 Taylor	8 was	9 later	10 fired	11 by	12 the	13 president.

(Поскольку Тейлор не смог опровергнуть обвинений, позднее он был уволен президентом.)

Сразу после завершения чтения участникам напоминали первое слово предложения и просили восстановить остальные слова. Каждое предложение состояло из придаточного предложения из 6 слов, за которым следовало главное предложение из 7 слов. На рис. 12.2 показан график вероятности вспоминания каждого из 12 слов в предложении (исключая первое слово, которое использовалось как подсказка). Обратите внимание на резкий подъем функции на 7 слове, т. е. в начале главного предложения. Эти данные указывают на то, что испытуемые лучше помнят последний главный компонент, и этот результат подтверждает гипотезу о том, что испытуемые дословно запоминают только последний главный компонент.

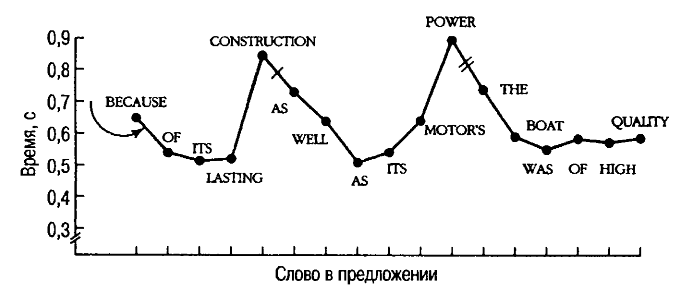


Рис. 12.1. Время пословного чтения предложения. Черточки на графике обозначают границы между фразовыми структурами (Aaronson & Scarborough, 1977)

В эксперименте Каплана (Caplan, 1972) также получены доказательства использования компонентной структуры, но в этом исследовании использовался метод, основанный на измерении времени реакции. Испытуемым сначала устно предъявляли предложения, а затем — тестовое слово; после этого их просили как можно быстрее определить, присутствовало ли тестовое слово в предложении. Каплан сравнивал пары предложений, подобные следующей.

1. *Now that artists are working fewer hours oil prints are rare.* (Теперь, когда художники работают меньшее время, масляные оттиски становятся раритетом.)
2. *Now that artists are working in oil prints are rare.* (Теперь, когда художники работают маслом, оттиски становятся раритетом.)

Интерес исследователей был сосредоточен на том, чтобы узнать, насколько быстро участники опознают слово *oil*, когда оно стоит в конце каждого из двух

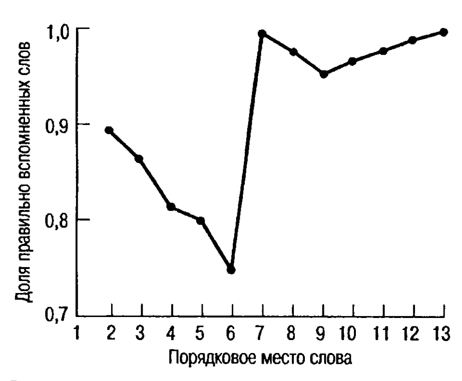


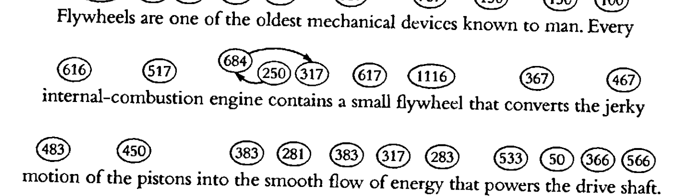
Рис. 12.2. Вероятность вспоминания слова как функция его порядкового места среди последних 12 слов отрывка (адаптировано из: Jarvella, 1971)

предложений. Предложения были составлены так, чтобы в них обоих слово *oil* было четвертым с конца, а за ним следовали одни и те же слова. На самом деле путем монтажа пленки Каплан предъявлял стимул так, чтобы участники слышали ту же самую запись этих последних четырех слов, каким бы ни было все предложение. Но в предложении 1 слово *oil* является элементом последнего компонента — *oil prints are rare,* — тогда как в предложении 2 это слово принадлежит первому компоненту — *now that artists are working in oil.* Каплан предположил, что участники быстрее опознают слово *oil* в предложении 1, потому что в их памяти все еще активна репрезентация этого компонента. Как он и предполагал, тестовое слово опознается быстрее, если оно находится в последнем компоненте.

Испытуемые обрабатывают значение предложения по одной фразе и сохраняют доступ к фразе только во время обработки ее значения.

Незамедлительность интерпретации

Один из важных принципов, применяемых в исследованиях обработки языка, называется принципом *незамедлительности интерпретации.* По существу, этот принцип гласит, что люди пытаются извлечь максимально возможный объем значения из каждого слова в момент его произнесения, а не ждут конца предложения или даже конца фразы, для того чтобы решить, как интерпретировать слово. Например, Джаст и Карпентер (Just & Carpenter, 1980) изучали движения глаз испытуемых в процессе чтения предложения. Оказывается, что испытуемые останавливаются почти на каждом слове. Джаст и Карпентер обнаружили, что время, потраченное испытуемыми на остановку на слове, в основном пропорционально объему информации, содержащемуся в слове. Так, если предложение содержит относительно незнакомый или необычный термин, испытуемые дольше задерживаются на нем. Они также делают более продолжительную паузу в конце фразы,



Маховое колесо – одно из старейших механических устройств, известных человеку. Каждый двигатель внутреннего сгорания содержит маленькое маховое колесо, которое преобразовывает толчкообразное движение поршней в гладкий поток энергии, который приводит в движение ведущий вал.

Рис. 12.3. Время, которое студент колледжа потратил на чтение слов в двух вводных предложениях технической статьи о маховых колесах. Время чтения, указанное выше соответствующего слова, выражено в миллисекундах. Этот студент читает предложения слева направо с одной обратной фиксацией в первой части (адаптировано из: Just & Carpenter, 1980)

включающей данное слово. На рис. 12.3 показано время фиксации взгляда одного из студентов колледжа, читающего отрывок научного текста. Каждая задержка взгляда обозначена кругом, расположенным над точкой фиксации взгляда. Точки фиксации взгляда следуют слева направо, кроме относящихся к словосочетанию *engine contains*, где их порядок обозначен особо. Отметим, что несущественные служебные слова, например артикль *the*, могут пропускаться, а если не пропускаются, то обрабатываются сравнительно недолго. Обратите внимание на количество времени, потраченного на слово *flywheels*. Испытуемый не дожидается конца предложения, чтобы обдумать значение этого слова. Или же взгляните на количество времени, потраченного на информативное прилагательное *mechanical*, — испытуемый не ожидает до конца именной группы, чтобы обдумать его значение.

Эта незамедлительность обработки подразумевает, что мы начнем осуществлять толкование предложения даже прежде, чем столкнемся с главным глаголом. Носители языков такого строя, как немецкий, в котором глагол ставится на последнее место, именно так и подходят к языку. Иногда это явление наблюдается и в английском в тех редких конструкциях, в которых глагол стоит последним. Рассмотрим, как мы обрабатываем следующее предложение:

- It was the president whom the terrorist from the the Middle East *shot*. (Террорист с Ближнего Востока застрелил именно президента.)

Не добравшись до слова *shot* («застрелил»), мы успели построить частичную модель того, что могло произойти между президентом и террористом.

Если человек обрабатывает содержание предложения по мере появления новых слов в нем, то может показаться странным наше рвение представить столько оснований важности границ структуры фразы. Это отражает только тот факт, что значение предложения определено в терминах структуры фразы, и, даже если слушатели попытаются извлечь все нюансы из каждого слова, останутся некоторые места, которые им удастся понять, лишь достигнув конца фразы. Таким образом, люди делают паузу на границе фразы, потому что часть информации невозможно обработать, пока фраза не закончена. Люди должны удерживать репрезентацию текущей фразы в памяти, потому что данная ими интерпретация может быть неправильна, вследствие чего они должны дать иную интерпретацию началу фразы. Те манипуляции, которые провели Граф и Торри, важны в том смысле, что они на перцептивном уровне сигнализируют читателю о конце фразы. Джаст и Карпентер в своем исследовании времени чтения обнаружили, что испытуемые склонны тратить дополнительное время в конце каждой фразы, подытоживая ее значение. Хотя на рис. 12.3 показан процесс чтения одного из испытуемых и сложности, с которыми он столкнулся, он содержит некоторые данные по времени подведения итога. Например, на некоторых именных группах типа *the oldest mechanical devices* («старейшие механические устройства»), *a small flywheel* («маленькое маховое колесо») и *the drive shafts* («ведущий вал») испытуемые дольше задерживают внимание на последнем существительном.

При обработке предложения человек пытается извлечь максимально возможное количество информации из каждого слова и тратит дополнительное время на подведение итога в конце каждой фразы.

Использование синтаксических сигналов

Основная задача синтаксического анализа предложения состоит в том, чтобы объединить значения отдельных слов и таким образом вывести значение целого предложения. Для решения этой задачи мы пользуемся двумя основными источниками информации. Первый источник — это порядок слов. Например, следующие два предложения хотя и состоят из одинаковых слов, но имеют разные значения:

- Собака укусила кошку.
- Кошка укусила собаку.

Другой источник понимания значения предложения — это использование служебных слов, таких как артикль *a* и относительное местоимение *who*, которые важны для синтаксического анализа, потому что являются признаками различных типов компонентов, например именной группы или относительного предложения. Рассмотрим следующий набор предложений.

1. *The boy whom the girl liked was sick.* (Мальчик, которого любила девочка, был болен.)
2. *The boy the girl liked was sick.* (Мальчик, любимый девочкой, был болен.)
3. *The boy the girl and the dog were sick.* (Мальчик, девочка и собака были больны.)

Предложения 1 и 2 эквивалентны, за исключением того, что в предложении 2 отсутствует местоимение *whom* («которого»). Предложение 2 более короткое, но ценой краткости является потеря сигнала о способе анализа предложения. В месте *the boy the girl* имеется неопределенность по вопросу о том, имеем ли мы относительное предложение, как в предложении 1, или же союз, как в предложении 3. Если верно, что служебные слова (например, *whom*) используются, чтобы указать, как проанализировать предложение, то такие конструкции, как предложение 2, будут более трудны для анализа, чем конструкции, сходные с предложением 1.

Хейкс и Фосс (Hakes & Foss, 1970; Hakes, 1972) проверили эту гипотезу с помощью так называемой задачи на мониторинг фонем. Они использовали предложения с двумя придаточными типа следующих.

4. The zebra which the lion that the gorilla chased killed was running. (Зебра, которую убил лев, за которым гналась горилла, бежала.)
5. The zebra the lion the gorilla chased killed was running.

В предложении 5 отсутствуют относительные местоимения, поэтому его так легко перепутать с предложениями, имеющими структуру «существительное — союз». Испытуемых просили одновременно выполнять две задачи. Одна задача состояла в том, чтобы понять и перефразировать предложение. Вторая — в том, чтобы вычленить в потоке определенную фонему — в этом случае [g] (в слове *горилла*).

Хейкс и Фосс предположили, что чем труднее для понимания было предложение, тем больше времени потребуется испытуемым, чтобы вычленить целевую фонему, так как из-за задачи на понимание им было труднее сосредоточить вни-

мание на мониторинге фонемы. Фактически предположение подтвердилось; испытуемым требовалось больше времени, чтобы обнаружить [g] в предложении 5, в котором отсутствовали относительные местоимения.

Доминирующий синтаксический сигнал в английском языке — это порядок слов. Например, человек, фигурирующий перед глаголом действия, обычно является агенсом. В других языках порядок слов не так строг; вместо этого в них используются флексии, указывающие на семантическую роль того или иного слова. В некоторых английских местоимениях присутствует маленький пережиток такой системы флексий. Например, местоимения *he* и *him*, *I* и *me* и т. д. различают агенс и объект. Мак-Дональд (McDonald, 1984) сравнила английский язык с немецким, который имеет более богатую систему флексий. Она попросила испытуемых-англичан интерпретировать следующие предложения:

6. *Him kicked the girl.* (Его ударил девочку.)
7. *The girl kicked he.* (Девочка ударила он.)

Порядок слов в этих предложениях предполагает одну интерпретацию, в то время как флексия предполагает альтернативную интерпретацию. Англоговорящие испытуемые использовали признак порядка слова, интерпретируя фразу 6 со словом *him* как агенс, а слово *the girl* — как дополнение. Носители немецкого языка, оценивая аналогичные предложения на немецком языке, поступали наоборот. Интересно отметить, что двуязычные испытуемые, говорящие и по-английски и по-немецки, склонны интерпретировать английские предложения по схеме немецких предложений, отводя слову *him* в предложении 6 роль дополнения, а слову *the girl* роль агенса.

Слушатели используют такие синтаксические признаки, как порядок слов и флексии, чтобы облегчить интерпретацию предложения.

Семантический анализ

Очевидно, что люди используют синтаксические модели, подобные упомянутым выше, для понимания предложений, но они также могут использовать значения слов внутри предложения. Человек может определять значение ряда слов путем простого рассмотрения их сочетаний, при которых эти слова имеют смысл. То есть, когда Тарзан говорит *Jane fruit eat* (Джейн плод есть), мы понимаем, что он имеет в виду, даже если построение предложения противоречит синтаксису английского языка. Мы понимаем, что существует связь между тем, кто может что-либо есть, и тем, что можно съесть.

Имеются достаточные основания предполагать, что люди используют такие семантические стратегии при понимании языка. Стронер и Нельсон (Strohner & Nelson, 1974) предлагали двух- и трехлетним детям разыграть с игрушками животных два следующих предложения.

- Кошка гналась за мышкой.
- Мышка гналась за кошкой.

В обоих случаях дети интерпретировали предложения так, что кошка гналась за мышкой, что соответствовало их знаниям о кошках и мышах. То есть эти ма-

ленькие дети в большей степени руководствовались семантическими паттернами, чем синтаксическими.

Филленбаум (Fillenbaum, 1971, 1974) просил взрослых людей перефразировать предложения, среди которых были «извращенные» элементы, например:

- *John was buried and died.* (Джона похоронили, и он умер.)

Более 60 % испытуемых перефразировали предложения таким образом, чтобы они имели традиционное значение; например, Джон сначала умер, а затем был похоронен. Но нормальная синтаксическая интерпретация таких конструкций была бы такой, что первое действие произошло перед вторым, как в следующих предложениях:

- Джон выпил и пошел на вечеринку.

в противоположность

- Джон пошел на вечеринку и выпил.

Таким образом, очевидно, что, когда семантический принцип противоречит синтаксическому принципу, именно семантический принцип будет иногда (но не всегда) определять интерпретацию предложения.

Иногда люди полагаются на правдоподобную семантическую интерпретацию слов в предложении.

Интеграция синтаксиса и семантики

По-видимому, слушатель комбинирует как синтаксическую, так и семантическую информацию в процессе понимания предложения. Тайлер и Марслен-Уилсон (Tyler & Marslen-Wilson, 1977) просили испытуемых попробовать продолжить следующие фрагменты:

1. *If you walk too near the runway, landing planes are...* (Если вы идете совсем рядом со взлетно-посадочной полосой, приземляющиеся самолеты...)
2. *If you've been trained a pilot, landing planes...*(Если вы выучились на пилота, посадка самолетов...)

Фраза *landing planes*, взятая отдельно, является неоднозначной. Она может означать как «приземляющиеся самолеты», так и «посадка самолетов». Если за фразой следует глагол в форме множественного числа *are*, она, должно быть, имеет первое значение. Таким образом, синтаксические ограничения определяют значение неоднозначной фразы. Предшествующий контекст во фрагменте 1 совместим с этим значением, тогда как предшествующий контекст во фрагменте 2 — несовместим. Испытуемым требовалось меньшее время, чтобы продолжить фрагмент 1, что указывает на то, что они использовали и семантику предшествующего контекста, и синтаксис текущей фразы, чтобы разрешать неоднозначность фразы *landing planes*. Когда эти факторы находятся в противоречии, страдает понимание испытуемого.[1]

[1] Первоначальный эксперимент Тайлера и Марслен-Уилсона вызвал методологическую критику Таунсенда и Бевера (Townsend & Bever, 1982) и Коуарта (Cowart, 1983). Ответ на эту критику можно найти в книге Тайлера и Марслен-Уилсона (Marslen-Wilson & Tyler, 1987).

Бейтс, Мак-Нью, Мак-Уинни, Девесокви и Смит (Bates, McNew, MacWhinney, Devesocvi & Smith, 1982) рассматривали проблему объединения синтаксиса и семантики в иной парадигме. Они просили испытуемых интерпретировать набор слов типа следующего:

- *Chased the dog the eraser.* (Преследовал собаку ластик.)

Какое значение вы приписали бы этому набору слов, если бы вам пришлось это сделать? Синтаксическое правило, в соответствии с которым дополнения следуют за глаголами, очевидно, подразумевает, что собаку преследовали, а ластик преследовал. Но семантика предлагает противоположное. Фактически американцы предпочитают подчиняться правилам синтаксиса в речи, но иногда прибегают и к семантической интерпретации — т. е. большинство скажет, что *ластик преследовал* собаку, но некоторые скажут, что *собака преследовала ластик.* С другой стороны, если набор слов такой:

- *Chased the eraser the dog.* (Преследовала ластик собака),

то слушатели единогласны в интерпретации — а именно, что собака преследовала ластик.

В другой интересной части исследования Бейтс с коллегами сравнили американцев с итальянцами. Когда синтаксические признаки входили в противоречие с семантическими, итальянцы были склонны опираться на семантические признаки, тогда как американцы предпочитали синтаксические признаки. Наиболее ярко это проявилось в предложениях типа следующего:

- Ластик кусает собаку,

или, по-итальянски:

- La gomma morde il cane.

Американцы почти всегда следовали синтаксическим признакам и интерпретировали это предложение так, что ластик производит действие «кусать». Напротив, итальянцы использовали семантические признаки и интерпретировали его как «собака кусает». При этом в итальянском языке, как и в английском, синтаксис построен по схеме «подлежащее — сказуемое — дополнение».

Таким образом, мы видим, что слушатели комбинируют синтаксические и семантические признаки при интерпретации предложения. Кроме того, значимость каждого класса признаков варьирует в зависимости от языка. Эти и другие данные показывают, что носители итальянского языка опираются на семантические признаки больше, чем носители английского языка.

Люди комбинируют синтаксические и семантические признаки при интерпретации предложения.

Нервные показатели синтаксической и семантической обработки

В исследованиях ССП (см. главу 1) были получены доказательства раздельной обработки семантики и синтаксиса с помощью так называемых волн *N400* и *P600* Волна *N400* (Kutas & Hillyard, 1980a, b) возникает, когда испытуемые слышат семантически неправильное предложение, например *He spread the warm bread with*

socks («Он намазывал носки на теплый хлеб»). Спустя приблизительно 400 мс после неправильного слова («носки») на записи ССП был зарегистрирован существенный отрицательный сдвиг амплитуды. С другой стороны, в качестве реакции на синтаксические нарушения зафиксирована так называемая волна *P600*. Например, Остерхаут и Холкомб (Osterhout & Holcomb, 1992) предъявляли испытуемым такие предложения, как *The broker persuaded to sell the stock* («Брокер убедил продать акции»), и обнаружили положительную волну примерно через 600 мс после слова, нарушающего синтаксис.

Эйнсуорт-Дарнелл, Шульман и Боланд (Ainsworth-Darnell, Shulman, & Boland, 1998) изучали, как сочетаются эти два эффекта, когда испытуемые слышат предложения, подобные следующим:

Контрольное: *Jill entrusted the recipe to friends before she suddenly disappeared* (Джилл доверила рецепт друзьям перед тем, как внезапно исчезла).

Синтаксическое нарушение: *Jill entrusted the recipe friends before she suddenly disappeared* (Джилл доверила друзьям, связанным с рецептом, перед тем, как она внезапно исчезла).

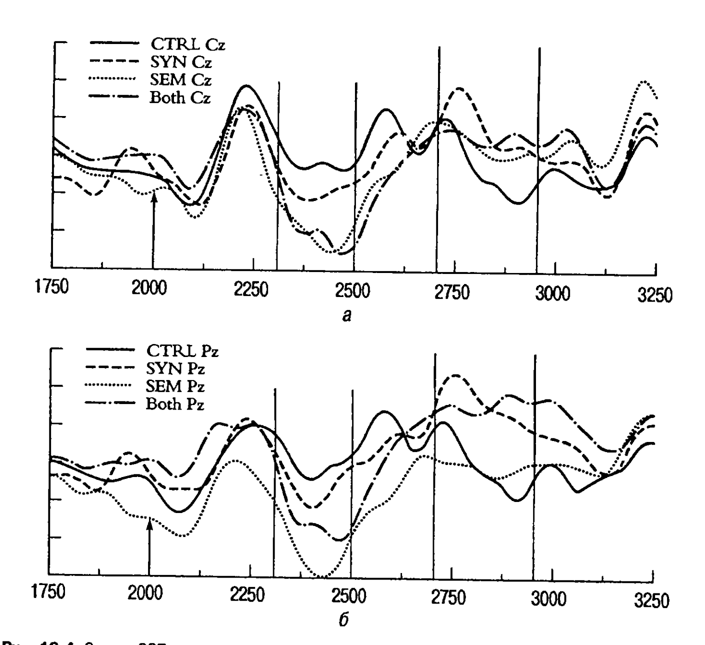


Рис. 12.4. Записи ССП из: *а* — центральных и *б* — височных областей (Ainsworlh-Darnell, Shulman, & Boland, 1998). Стрелки указывают на начало критического слова

Семантическое нарушение: *Jill entrusted the recipe to platforms before she suddenly disappeared* (Джилл доверила чек платформам перед тем, как она внезапно исчезла).

Двойное нарушение: *Jill entrusted the recipe platforms before she suddenly disappeared* (Джилл доверила платформам, связанным с чеком, перед тем, как она внезапно исчезла).

Последнее предложение содержит семантическое и синтаксическое нарушения. На рис. 12.4 сравниваются различные формы волны ССП из центральных и височных областей, полученные при прослушивании испытуемыми различных типов предложений. Стрелки указывают на начало неправильного слова (*friends* или *platforms*). Два типа предложений, которые содержали семантическое нарушение, вызвали отрицательный сдвиг при центральном отведении приблизительно через 400 мс после тестового слова. Напротив, два типа предложений, которые содержали семантическое нарушение, вызвали положительный сдвиг в теменной области приблизительно через 600 мс после тестового слова. Эйнсуорт и коллеги считают, что синтаксический и семантический процессы протекают в разных областях мозга, на основании чего они утверждают, что синтаксические и семантические процессы можно рассматривать по отдельности.

Записи ССП указывают на разные реакции в различных областях мозга на синтаксические и семантические нарушения.

Неопределенность

Многие предложения могут иметь две или более интерпретации по причине того, что в их составе присутствуют неопределенные слова или неопределенные синтаксические конструкции. Вот примеры таких предложений:

- *John went to the bank.* (Джон пошел в банк/на берег.)
- *Flying planes can be dangerous.* (Летящие самолеты представляют опасность/Летать самолетами опасно.)

Необходимо различать переходную неопределенность и постоянную неопределенность. Выше приведены примеры постоянной неопределенности. То есть неопределенность остается не снятой вплоть до конца предложения. *Переходная неопределенность* представляет собой неопределенность, которая присутствует в предложении, но разрешается к его концу, например:

- The old train the young. (Старые обучают молодых.)

На слове *train* неясно, является ли *old* существительным или прилагательным. Данное предложение можно продолжить так, что *train* будет существительным:

- *The old train left the station.* (Старый поезд тронулся с вокзала.)

Эта неопределенность снимается к концу предложения.

Переходная неопределенность весьма распространена в языке; она находится в серьезном конфликте с описанным выше принципом незамедлительности обработки. Согласно этому принципу, мы должны сразу полагаться на интерпре-

тацию слова или предложения, но переходная неопределенность подразумевает, что мы не всегда можем сразу знать правильную интерпретацию. Рассмотрим предложение:

- *The horse raced past the barn fell.* (Лошадь, пробежавшая мимо сарая, упала.)

Большинство людей особенно внимательно читают это предложение: сначала они прорабатывают одну интерпретацию, а затем — другую. Это так называемые *обманчивые предложения*, потому что до некоторого момента мы придерживаемся одной интерпретации, только для того, чтобы в следующий момент обнаружить, что она неправильна. Например, в приведенном выше предложении большинство читателей рассматривают *raced* как основной глагол предложения. Существование обманчивых предложений является весомым обоснованием принципа незамедлительности интерпретации. Люди могли бы повременить с интерпретацией таких предложений до того момента, пока неоднозначность не разрешится, но они не делают этого.

Когда человек сталкивается с синтаксической неопределенностью, что определяет интерпретацию предложения? Действует мощный принцип, который называется *принципом минимального усложнения.* Этот принцип гласит, что человек интерпретирует предложение таким способом, который влечет наименьшее усложнение его фразовой структуры. Главный глагол имеется во всех предложениях, а это означает, что простейшая интерпретация предполагала бы включение *raced* в главное предложение, а не образование относительного предложения для определения существительного *horse.*

Интересно отметить, что часто имеют место неопределенности, которых мы не осознаем. Например, рассмотрим следующее предложение:

- *The woman painted by the artist fell.* (Женщина, нарисованная художником, упала.)

Как мы увидим в одном из следующих разделов, люди, по-видимому, испытывают трудности с этим предложением (временно интерпретируя женщину, как занимающуюся живописью), точно так же как в приведенном выше предложении с фразой *horse raced.* Но люди обычно осознают, что они используют интерпретацию типа той, что в предложении с фразой *horse raced.*

Почему мы осознаем повторную интерпретацию в одних предложениях, как в примере с фразой *horse raced*, но не осознаем в других, как в примере с фразой *woman painted*? По-видимому, если синтаксическая неопределенность разрешается в пределах той фразы, в которой она имеет место, мы не осознаем, что рассматриваем две интерпретации. Только если разрешение отложено за пределы неопределенной фразы, мы осознаем потребность повторно интерпретировать ее. Так, в приведенном выше примере с фразой *woman painted* неопределенность разрешается прежде, чем предложение закончится, и таким образом большинство людей не осознают неопределенности. Напротив, в примере с фразой *horse raced* фраза, очевидно, успешно заканчивается — *the horse raced past the barn* — лишь для того, чтобы затем быть опровергнутой.

Когда люди подходят к точке неопределенности в предложении, они принимают интерпретацию, от которой они будут должны отказаться, если позже она будет опровергнута.

Лексическая неопределенность

Предшествующее обсуждение касалось того, как испытуемые справляются с синтаксической неопределенностью. В случае лексической неопределенности, где одно слово имеет два значения, часто нет никакого структурного различия между двумя интерпретациями предложения, и принципы минимального усложнения не могут помочь выбрать значение. Ряд экспериментов, проведенных Суинни (например, Swinney, 1979), помогли обнаружить, как разрешается неоднозначность слов. Суинни просил испытуемых выслушать предложения типа следующего:

- *The man was not surprised when he found several spiders, roaches, and other bugs in the corner of the room.* (Человек не удивился, обнаружив в углу комнаты нескольких пауков, тараканов и жучков.)

Суинни заинтересовало неоднозначное слово *bugs* (жучки), означающее либо насекомых, либо электронные подслушивающие устройства. Сразу после прослушивания слова испытуемым предъявлялась последовательность из букв, и их задача состояла в том, чтобы оценить, образовывала ли эта последовательность правильное слово. Так, если они видели *ant*, они должны были сказать «да»; но если они видели *ont*, они должны были сказать «нет». Это задача на лексическое решение, которую мы описали в главе 6 при обсуждении механизмов распространения активации. Суинни был заинтересован тем, как слово *bugs* в этом отрывке повлияет на лексическую оценку.

Тестовые пары для оценки испытуемыми содержали слова типа *spy*, *ant* или *sew*, которые следовали за словом *bugs*. Слово *ant* («муравей») связано с активированным значением *bugs*, тогда как слово *spy* («шпион») связано с неактивированным значением. Слово *sew* («шить») определяет нейтральное контрольное условие. Суинни обнаружил, что распознавание слов *spy* и *ant* происходило быстрее, если оцениваемое слово предъявлялось в пределах 400 мс после активирующего слова *bugs*. Таким образом, предъявление слова *bugs* сразу активировало оба значения и связанные с ними ассоциации. Но если Суинни ждал больше, чем 700 мс, лучше распознавалось слово *ant*. По-видимому, в этот промежуток выбирается правильное значение, а другое значение становится дезактивированным Таким образом, два значения неоднозначного слова на мгновение активны, но под влиянием контекста очень быстро выбирается подходящее значение.

Когда предъявляется неоднозначное слово, испытуемые в пределах 700 мс выбирают определенное значение.

Модульность и диалоговая обработка

Есть два основания, по которым люди могут разрешать неоднозначность предложений. Одно из них связано с семантикой, которая является основанием для разрешения неоднозначности слова *bugs* в приведенном выше предложении. Другая возможность заключается в использовании синтаксиса. Сторонники модульного принципа организации языка (см. обсуждение в предыдущей главе) доказали, что имеется начальная стадия, на которой мы просто обрабатываем синтаксис, и лишь затем начинают действовать семантические факторы. Таким образом, первона-

чально только синтаксис доступен для разрешения неоднозначности. Это объясняется тем, что синтаксис является частью специфического для языка модуля, который может работать быстро и автономно. Напротив, чтобы начала действовать семантика, требуется использование всех знаний человека, и они простираются далеко за пределы чего-либо специфического для языка. Принципу модульности противопоставляется позиция *диалоговой обработки*, сторонники которой утверждают, что синтаксис и семантика объединены на всех уровнях обработки.

Многие из споров между сторонниками этих двух точек зрения касаются обработки переходной синтаксической неопределенности. В начальном исследовании, которое затем переросло в целую серию исследований, Феррейра и Клифтон (Ferreira & Clifton, 1986) просили испытуемых читать предложения типа следующих.

1. *The woman painted by the artist was very attractive to look at.* (Женщина, разрисованная художником, была очень привлекательна на вид.)
2. *The woman that was painted by the artist was very attractive to look at.* (Женщина, которая была разрисована художником, была очень привлекательна на вид.)
3. *The sign painted by the artist was very attractive to look at.* (Вывеска, разрисованная художником, была очень привлекательна на вид.)
4. *The sign that was painted by the artist was very attractive to look at.* (Вывеска, которая была разрисована художником, была очень привлекательна на вид.)

Предложения 1 и 3 называются редуцированно относительными, потому что отсутствует относительное местоимение *that.* Здесь нет никакого синтаксического основания для решения, является ли комбинация «существительное — глагол» относительным предложением или комбинацией «агенс — действие». Феррейра и Клифтон утверждают, что из-за принципа минимального усложнения люди имеют естественную тенденцию кодировать комбинации «существительное — глагол», как в случае, когда фраза *The woman painted* является комбинацией «агенс — действие». Доказательством этого служит то, что испытуемым требуется больше времени, чтобы прочитать фразу *by the artist* в первом предложении, чем во втором. Это происходит оттого, что они обнаруживают, что их интерпретация типа «агенс — действие» неправильна в первом предложении, и должны вернуться назад, в то время как синтаксическая подсказка *that was* во втором предложении не позволяет им сделать неправильную интерпретацию.

Особый интерес в экспериментах Феррейры и Клифтона представляют предложения 3 и 4. Семантические факторы должны исключить интерпретацию предложения 3 типа «агенс — действие», так как вывеска не может быть одушевленным агенсом и заниматься живописью. Тем не менее испытуемым требовалось столько же времени, чтобы читать фразу *by the artist* в предложении 3, что и в предложении 1, и еще больше, чем в однозначных предложениях 2 или 4. Таким образом, как утверждают Феррейра и Клифтон, испытуемые сначала используют только синтаксические факторы и поэтому неправильно интерпретируют фразу *The sign painted* и используют синтаксические признаки во фразе *by the artist*, чтобы исправить неверную интерпретацию. В соответствии с этим, хотя семантические факторы могли бы помочь избежать неверной интерпретации, по-видимому, испытуемые делают всю начальную обработку, используя синтаксические признаки.

13 Зак. 764

Подобные эксперименты использовались для того, чтобы привести доводы в пользу модульного принципа организации языка. Один из таких доводов состоит в том, что при начальной обработке языка мы используем нечто специфичное для языка, а именно синтаксис, и игнорируем другие общие, нелингвистические знания, например то, что вывески сами не могут ничего разрисовывать. Но Трузуэлл, Таннехауз и Гаерпси (Trueswell, Tannehaus, & Garnsey, 1994) утверждали, что многие из предложений в исследовании Феррейры и Клифтона не были похожи на предложение 3. Точнее, хотя эти предложения, как предполагалось, имели семантическое основание для устранения неоднозначности, многие из них не имели такого основания. Например, среди предложений Феррейры и Клифтона были предложения типа следующих.

5. *The car towed from the parking lot was parked illegally.* (Автомобиль, отбуксированный с места для стоянки автомобилей, был припаркован незаконно.)

Здесь фраза *car towed*, как предполагалось, была однозначной, но для слова *car* возможно быть подлежащим по отношению к слову *towed*, как в предложении:

6. *The car towed the smaller car from the parking lot.* (Автомобиль буксировал меньший автомобиль от места стоянки автотранспорта.)

Когда Трузуэлл и коллеги использовали предложения без этих проблем, они обнаружили, что испытуемые не испытывали никаких трудностей с этими предложениями. Например, с предложением

7. *The evidence examined by the lawyer turned out to be unreliable.* (Доказательства, рассматриваемые адвокатом, оказались ненадежными)

испытуемые испытывали не больше трудностей, чем с предложением

8. *The evidence that was examined by the lawyer turned out to be unreliable.* (Доказательства, которые рассматривались адвокатом, оказались ненадежными.)

Таким образом, люди по-видимому, способны выбрать правильную интерпретацию, когда семантически невозможно интерпретировать существительное (доказательство) как агенс глагола. Поэтому первоначальные синтаксические решения не принимаются независимо от семантических факторов.

К тому же Мак-Рэй, Спайви-Ноултон и Таннехауз (McRae, Spivey-Knowlton, & Tannehaus, 1998) утверждают, что относительное правдоподобие существительного как агенса глагола влияет на трудность истолкования. Они сравнили следующие пары предложений:

9. *The cop arrested by the detective was guilty of taking bribes.* (Полицейский, арестованный детективом, обвинялся во взяточничестве.)

10. *The cop that was arrested by the detective was guilty of taking bribes.* (Полицейский, который был арестован детективом, обвинялся во взяточничестве.)

11. *The crook arrested by the detective was guilty of taking bribes.* (Мошенник, арестованный детективом, обвинялся во взяточничестве.)

12. *The crook that was arrested by the detective was guilty of taking bribes.* (Мошенник, который был арестован детективом, обвинялся во взяточничестве.)

Они обнаружили, что испытуемые испытывали намного больше трудностей с редуцированно относительным предложением 9, где подлежащее может быть агенсом по отношению к аресту, чем в случае предложения 11, где это не так.

Испытуемые, по-видимому, способны сразу использовать семантическую информацию при принятии синтаксических решений.

Пропозициональная репрезентация

Пока мы сосредоточивали внимание главным образом на том, как человек переходит от последовательности слов к осмысленной интерпретации этой последовательности. Мы показали, что факторы, которые определяют сложность этой интерпретации (неопределенность, присутствие синтаксических признаков), влияют на процесс понимания. Но на понимание также должна влиять сложность итоговой интерпретации. Ее можно измерить в терминах числа пропозиций в репрезентации ее значения. Например, Кинч и Кинан (Kintsch & Keenan, 1973) сравнили понимание следующих двух предложений:

1. Romulus, the legendary founder of Rome, took the women of the Sabine by force. (Ромул, легендарный основатель Рима, силой захватывал сабинянок.)
2. Cleopatra's downfall lay in her foolish trust in the fickle political figures of the Roman world. (Гибель Клеопатры была следствием ее наивного доверия ненадежным политическим фигурам Рима.)

Согласно пропозициональному анализу Кинча (см. главу 5), предложение 1 состоит из четырех пропозиций:

- (took, Romulus, women, by force)
- (found, Romulus, Rome)
- (legendary, Romulus)
- (Sabine, women)

Предложение 2 состоит из восьми пропозиций:

- (because, α, β)[1]
- (fell down, Cleopatra) α
- (trust, Cleopatra, figures) = β
- (foolish, trust)
- (fickle, figures)
- (political, figures)
- (part-of, figures, world)
- (Roman, world)

Хотя два этих предложения отличаются по числу пропозиций, они подобны в терминах длины и других факторов. Кинч и Кинан обнаружили, что испытуемым требовалось больше времени для чтения второго предложения; это объяснялось тем, что из него нужно было извлечь большее количество пропозиций.

Время понимания увеличивается с числом пропозиций, сообщенных в предложении.

---

[1] Буквы α и β указывают на то, что вторая и третья пропозиция являются аргументами первой. См. обсуждение иерархической организации пропозиций на с. 151–154.

Использование

Что происходит после того, как закончен грамматический разбор предложения и оно отражено в репрезентации его значения? Слушатель редко просто пассивно понимает значение. Если предложение — вопрос или императив, говорящий ожидает, что слушатель в ответ предпримет какое-либо действие. Но даже в ответ на повествовательные предложения обычно ожидается нечто большее, чем просто выслушивание предложения. Рассмотрим приведенное выше предложение.

- Гибель Клеопатры была следствием ее наивного доверия ненадежным политическим фигурам Рима.

Ранее мы указывали на пропозициональную репрезентацию, которая может явиться результатом грамматического разбора этого предложения. Но вполне вероятно, что при понимании предложения читатель продвинется дальше этой пропозициональной репрезентации. Возможно, он приукрасит его сведениями о том, что у Клеопатры и Антония был роман, поинтересуется, подразумевается ли под упомянутыми политическими фигурами Антоний, конкретизирует гибель Клеопатры рассказом о ее самоубийстве и т. п. Полное понимание предложения требует сделать подобные умозаключения и установить подобные связи. В главе 6 мы обсудили, что подобная усложненная обработка ведет к улучшению памяти. Здесь же мы обсудим некоторым механизмы, посредством которых люди переходят от дословного восприятия предложения к чему-то более полезному.

При понимании предложения человек должен сделать большое количество умозаключений. Умозаключения требуют идти от предложенных формулировок к подразумеваемому значению текста. Исследователи обычно выделяют так называемые *обратные умозаключения* и *прямые умозаключения*. Обратные умозаключения устанавливают связь между данным предложением и предыдущими предложениями или имеющимися знаниями. Прямые умозаключения предугадывают еще не подтвердившуюся информацию. Так, если бы предложение о Клеопатре встретилось в тексте, где упоминается Марк Антоний, но ее самоубийство еще не обсуждалось, умозаключение о Марке Антонии будет обратным умозаключением, а версия самоубийства — примером прямого умозаключения. Как мы увидим в последующих разделах, человек часто делает обратные умозаключения для придания тексту осмысленности. Но лишь иногда люди делают явные прямые умозаключения.

Чтобы проиллюстрировать различие между прямыми и обратными умозаключениями, сравните следующие пары предложений, использованных Сингером (Singer, 1994).

1. **Прямое утверждение.** *The dentist pulled the tooth painlessly. The patient liked the method.* (Дантист удалил зуб безболезненно. Пациенту понравился этот метод.)
2. **Обратное умозаключение.** *The tooth was pulled painlessly. The dentist used a new method.* (Зуб был удален безболезненно. Дантист использовал новый метод.)

3. **Прямое умозаключение**. *The tooth was pulled painlessly. The patient liked the new method.* (Зуб был удален безболезненно. Пациенту понравился новый метод.)

После предъявления этих пар предложений испытуемых спрашивали, верно ли то, что дантист удалил зуб. Это эксплицитно утверждается в случае 1, но это также довольно вероятно в случаях 2 и 3 даже при том, что это не утверждается. Умозаключение о том, что дантист удалил зуб, в предложении 2 требуется для того, чтобы установить связь между словом «дантист» во втором и первом предложениях, и поэтому оно классифицируется как обратное умозаключение. Пример 3 требует конкретизации (так как дантист не упоминается ни в одном из предложений), и поэтому оно классифицируется как случай прямого умозаключения. Сингер обнаружил, что испытуемые приблизительно на четверть секунды медленнее проверяют истинность утверждения о том, что дантист удалил зуб, при прямом умозаключении, чем в двух других случаях. Этот паттерн результатов подразумевает, что испытуемые делали обратное умозаключение в случае 2, потому что при этом они не потратили больше времени, чем при оценке прямого утверждения 1, но не сделали прямого умозаключения в случае 3, потому что при этом они потратили больше времени.

При понимании предложения слушатели скорее будут делать обратные умозаключения для установления его связи с предшествующими предложениями, чем прямые умозаключения, чтобы предугадать последствия в будущем.

Умозаключение о референции

Важный аспект обратного умозаключения — определение того, когда выражение в предложении относится к чему-то, что мы уже должны знать. Различные лингвистические признаки указывают на то, что выражение касается того, что мы уже знаем. Один из таких признаков в английском языке зависит от различия между определенным артиклем *the* и неопределенным артиклем *a*. Артикль *the* обычно используется, чтобы предупредить о том, что человек должен знать о референции именной группы, в то время как артикль *a* обычно используется, чтобы представить новый объект. Сравните различие в значении следующих предложений.

1. Last night I saw the moon.
2. Last night I saw a moon.

(Прошлой ночью я видел луну.)

В предложении 1 говорится о довольно банальном факте — я опять вижу ту же луну, что и обычно, но во втором предложении смысл в том, что я увидел новую луну. Существуют убедительные доказательства того, что при понимании языка люди очень чувствительны к значению, связанному с этими маленькими различиями в предложениях. Хавиленд и Кларк (Haviland & Clark, 1974) описывают эксперимент, в котором изучалась эта проблема. Они сравнили время понимания испытуемыми двух пар предложений, таких так следующие.

3. Ed was given an alligator for his birthday. The alligator was his favorite present. (Эду на день рождения подарили аллигатора. Аллигатор был его любимым подарком.)

4. Ed wanted an alligator for his birthday. The alligator was his favorite present. (Эд хотел аллигатора на день рождения. Аллигатор был его любимым подарком.)

В обеих парах второе предложение одинаковое. В паре 3 в первом предложении вводится специфический антецедент для аллигатора. С другой стороны, хотя в паре 4 в первом предложении упоминается аллигатор, речь не идет о конкретном аллигаторе. Поэтому в первом предложении пары 4 отсутствует антецедент для аллигатора. Определенный артикль *the* во втором предложении обеих пар предполагает наличие конкретного антецедента. Поэтому можно ожидать, что испытуемые будут испытывать затруднения во втором предложении в паре 4, но не в паре 3. В эксперименте Хавиленда и Кларка испытуемые видели пары таких предложений по одной. После того как они понимали каждое предложение, они нажимали на кнопку. Замерялось время с момента предъявления второго предложения и до момента нажатия кнопки испытуемыми, что означало, что они поняли предложение. Испытуемым понадобилась в среднем 1031 мс, чтобы понять второе предложение в парах — такое, как приведенное выше предложение 3, в котором был дан антецедент, но им требовалось в среднем 1168 мс, чтобы понять второе предложение в парах — такое, как приведенное выше предложение 4, в котором не было антецедента для определения именной группы. Таким образом, понимание предложений, где не было антецедента, требовало увеличения времени больше чем на десятую долю секунды.

Лофтус и Занни (Loftus & Zanni, 1975) провели эксперимент, который показал, что выбор артикля может влиять на мнение слушателей. Они показали испытуемым фильм про автомобильную аварию и задали ряд вопросов. Испытуемых спросили:

5. Did you see a broken headlight?
6. Did you see the broken headlight?
(Вы видели разбитую фару)

На самом деле в фильме не было никакой разбитой фары, но в вопросе 6 используется определенный артикль *the*, что предполагает существование разбитой фары. Испытуемые чаще отвечали «да», когда им задавали вопрос в форме 6. Как отмечают Лофтус и Занни, эти данные имеют важное значение при опросе свидетелей.

Если имеется определенный артикль *the*, то при понимании сообщения люди предполагают наличие ссылки на существительное.

Местоименная референция

Другой аспект обработки референции связан с интерпретацией местоимений. Когда человек слышит такое местоимение, как *she* («она»), крайне важно решить, к кому оно относится. Возможно, уже было упомянуто несколько человек, и все они претендуют на референцию с этим местоимением. Как пишут Джаст и Карпентер (Just & Carpenter, 1987), есть несколько оснований для разрешения референций на местоимения.

1. Один из наиболее прямых способов — это использование признаков числа или пола. Рассмотрим предложение

• *Malvin, Susan and their children left when (he, she, they) became sleepy.* (Мэлвин, Сьюзен и их дети ушли, когда стали сонными.)

Каждое возможное местоимение может иметь свой объект ссылки.

2. Синтаксическое указание на местоименную референцию означает, что местоимения имеют тенденцию относиться к объектам в той же грамматической роли. (То есть подлежащее и дополнение.) Рассмотрим предложение

• *Floyd punched Bert and then he kicked him.* (Флойд толкнул Берта, и тогда он пнул его.)

Многие люди согласятся, что подлежащее *he* («он») относится к Флойду, а дополнение *him* («его») — к Берту.

Отмечается также выраженный эффект новизны, ввиду которого предпочтение отдается кандидату, упоминавшемуся последним. Рассмотрим предложение:

• *Dorothea ate the pie; Ethel ate cake; later she had coffee.* (Дороти ела пирог; Этель ела кекс; затем она пила кофе.)

Большинство людей согласятся, что *she*, вероятно, относится к Этель.

Наконец, люди могут использовать свои знания, чтобы определить референцию. Сравните предложения:

• *Tom shouted at Bill because he spilled the coffee.* (Том накричал на Билла, потому что он разлил кофе.)

• *Tom shouted at Bill because he had a headache.* (Том накричал на Билла, потому что у него болела голова.)

Большинство людей согласятся, что *he* в первом предложении относится к Биллу, потому что мы склонны ругать людей, которые ошибаются, тогда как *he* во втором предложении относится к Тому, потому что люди обычно раздражены, когда у них болит голова.

Согласно принципу незамедлительности интерпретации, сформулированному выше, люди склонны пытаться приписать референцию местоимению, как только они его обнаружат. Например, при изучении фиксаций глаза (Carpenter & Just, 1977; Ehrlich & Rayner, 1983; Just & Carpenter, 1987) исследователи обнаружили, что, когда фиксируется местоимение, люди делают более длинные паузы, чем на предыдущей фиксации. Эрлих и Райнер (Ehrlich & Rayner, 1983) также обнаружили, что разрешение испытуемыми референции обычно распространяется на следующую фиксацию. На это указывает тот факт, что испытуемые тратили тем больше времени на следующую фиксацию после местоимения, чем дальше в предложении находился объект ссылки для местоимения.

Корбетт и Чанг (Corbett & Chang, 1983) получили доказательства того, что испытуемые рассматривают различные варианты объектов ссылки. Они предлагали испытуемым читать предложения типа следующих.

• Scott stole the basketball from Warren and he sank a jumpshot. (Скотт отнял мяч у Уоррена, и он бросил мяч в прыжке.)

После чтения предложения испытуемые видели тестовое слово и должны были решить, было ли оно в предложении. Корбетт и Чанг обнаружили, что время на

определение Скотта или Уоррена уменьшилось после чтения такого предложения. Они также просили испытуемых прочитать следующее контрольное предложение, которое не требовало определения объекта ссылки местоимения:

- Scott stole the basketball from Warren and Scott sank a jumpshot. (Скотт отнял мяч у Уоррена, и Скотт бросил мяч в прыжке.)

В этом случае было облегчено только узнавание Скотта. Узнавание Уоррена было облегчено только в первом предложении, потому что в том предложении испытуемые должны были рассматривать его как объект ссылки для *he*.

Как исследование Корбетта и Чанга, так и исследование Эрлиха и Рейнера указывают на то, что разрешение референции местоимения продолжается и после чтения самого местоимения. Это говорит о том, что обработка не всегда настолько незамедлительна, как может предполагать принцип незамедлительности обработки. Обработка местоименной референции распространяется на более поздние фиксации (Эрлих и Рейнер), и все же существует эффект подготовки для не выбранной референции в конце предложения (Корбетт и Чанг).

Люди рассматривают различные возможные варианты референции местоимения и используют синтаксические и семантические признаки, чтобы выбрать референцию.

Отрицания

Отрицательные предложения, по-видимому, предполагают утвердительное предложение и затем просят нас вывести то, что должно быть истинно, если утвердительное предложение ложно. Например, предложение *John is not a crook* («Джон — не мошенник») предполагает, что разумно предположить, что *John is a crook* («Джон — мошенник»), но утверждает, что это ложно. В качестве другого примера представьте, что ваш друг, который обычно здоров, отвечает на вопрос *How are you feeling?* («Как ты себя чувствуешь?») одним из следующих предложений:

1. *I am well.* (Я здоров.)
2. *I am sick.* (Я болен.)
3. *I am not well.* (Я нездоров.)
4. *I am not sick.* (Я не болен.)

Ответы с 1 по 3 в лингвистическом отношении не выглядят необычными, но ответ 4 кажется странным. Использование отрицательной формы предполагает мысль о том, что наш друг болен. Почему мы предполагаем, что наш друг нездоров, и что имеет в виду наш друг, говоря, что это не так? Напротив, отрицательная форма в ответе 3 не является сложной для понимания, так как предположение, что наш друг обычно чувствует себя хорошо, вполне разумно, и он говорит нам, что это не так.

Кларк и Чейз (Chase & Clark, 1972; Clark & Chase, 1972; Clark, 1974) провели серию экспериментов по проверке отрицательных высказываний (Trabasso, Rollins & Shaughnessy, 1971; Carpenter & Just, 1975). В типичном эксперименте они предъявляли испытуемым карточки, подобные показанным на рис. 12.5, и просили их определить истинность одного из четырех предложений, относящихся к этой карточке.

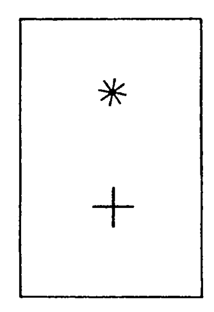


Рис. 12.5. Карточка, подобная тем, которые предъявлялись испытуемым в экспериментах Кларка и Чейза по определению истинности предложений. Испытуемые должны были сказать, правильно ли данные отрицательные и утвердительные предложения описывают предъявленные паттерны

1. Звезда расположена выше знака «плюс» — истинное утверждение.
2. Знак «плюс» расположен выше звезды — ложное утверждение.
3. Знак «плюс» не расположен выше звезды — истинное отрицание.
4. Звезда не расположена выше знака «плюс» — ложное отрицание.

Термины *истинно* и *ложно* говорят о том, правильно ли предложение передает положение на рисунке; термины *позитивный* и *негативный* указывают на наличие или отсутствие в структуре предложения отрицательного элемента. Предложения 1 и 2 подразумевают простое утверждение, а предложения 3 и 4 — предположение вместе с отрицанием предположения. Предложение 3 предполагает, что плюс выше звезды, и утверждает ложность этого предположения; предложение 4 предполагает, что звезда выше плюса, и утверждает ложность этого предположения. Кларк и Чейз предполагают, что испытуемые сначала проверяют предположение, а затем отрицают его. В предложении 3 предположение не соответствует положению на рисунке, а в предложении 4 предположение соответствует положению на рисунке. Полагая, что несоответствия займут много времени, Кларк и Чейз предсказывают, что испытуемые будут дольше отвечать на предложение 3, верное и отрицательное, чем на предложение 4, неверное и отрицательное. И наоборот, у испытуемых может занять больше времени предложение 2, неверное и утвердительное, чем предложение 1, верное и утвердительное, поскольку предложение 2 не соответствует положению на рисунке. Фактически, разница между предложениями 2 и 1 будет идентична разнице между предложениями 3 и 4, потому что оба предложения отражают дополнительное время, обусловленное несоответствием между предложением и рисунком.

Кларк и Чейз разработали простую и изящную математическую модель для таких данных. Они предположили, что обработка предложений 3 и 4 займет на N единиц времени больше, чем обработка предложений 1 и 2, из-за более сложной структуры предложений 3 и 4 типа «предположение плюс отрицание». Они также предположили, что обработка предложения 2 займет на M единиц времени

больше, чем обработка предложения 1, из-за несоответствия между изображением и утверждением, и таким же образом, что обработка предложения 3 займет на *M* единиц времени больше, чем обработка предложения 4, из-за несоответствия между изображением и гипотезой. Наконец, они предположили, что обработка истинного утверждения типа предложения 1 занимала *T* единиц времени. Время *T* отражает время, используемое в процессах, не включающих в себя ни отрицание, ни несоответствие изображению. Рассмотрим общее время, которое испытуемые должны тратить на обработку предложения типа 3. Это предложение имеет сложную структуру «предположение и отрицание», на которую требуется *N* единиц времени, и несоответствие предположению, на которое требуется *M* единиц времени. Следовательно, общее время обработки должно быть равно *T*+*M*+*N*. В табл. 12.1 показаны как наблюдаемые данные, так и прогнозы времени реакции, которые могут быть получены для эксперимента Кларка и Чейза. Наилучшие предсказанные значения для *T*, *M* и *N* для этого эксперимента могут быть оценены на основании полученных данных как *T* = 1469 мс, *M* – 246 мс и *N* – 320 мс. Как вы сами можете убедиться, эти прогнозы соответствуют наблюдавшемуся времени. В частности, различие между истинными и ложными отрицаниями близко к различию между ложными и истинными утверждениями. Эти данные подтверждают гипотезу о том, что испытуемые действительно делают предположения на основе отрицательных предложений и сравнивают их с картинкой.

Таблица 12.1

Наблюдавшееся и прогнозируемое время реакции, полученное при проверке эксперимента

Условие	Наблюдавшееся время	Уравнение	Прогнозируемое время
Истинное утверждение	1463 мс	*T*	1469 мс
Ложное утверждение	1722 мс	*T*+*M*	1715 мс
Истинное отрицание	2028 мс	*T*+*M*+*N*	2035 мс
Ложное отрицание	1796 мс	*T*+*N*	1789 мс

При обработке отрицания люди сначала обрабатывают включенное в него предположение, а затем само отрицание.

Обработка текста

До сих пор мы рассматривали понимание отдельных предложений. Но предложения чаще обрабатываются в более широких контекстах, как, например, при чтении учебника. Тексты, как и предложения, структурированы согласно определенным паттернам, хотя эти паттерны более гибки, чем те, которые связаны с предложениями. Исследователи отметили, что многие из повторяющихся отношений помогают организовать предложения в бóльшие части текста. Некоторые из идентифицированных отношений перечислены в табл. 12.2. Эти структурные отношения определяют, как предложение должно быть связано со всем текстом. Например, первая структура текста (ответ) в таблице предписывает читателю связывать на-

бор предложений как часть решения проблем, поставленных в других предложениях. Эти отношения могут иметь место на любом уровне текста. То есть главное отношение, организующее параграф, могло бы быть любым из восьми, перечисленных в таблице. Подпункты в параграфе могут также быть организованы согласно любому из этих отношений.

Таблица 12.2

Некоторые возможные типы отношений между предложениями в тексте

Тип отношений	Описание
1 Ответ	Задан вопрос и следует ответ, либо предъявлена проблема и следует решение
2. Специфика	Вслед за общей информацией дается некоторая конкретная информация
3. Разъяснение	Дается разъяснение сути дела
4. Доказательства	Приводятся доказательства в поддержку утверждения
5. Следствие	Утверждения представлены во временной последовательности
6. Причина	Каждое событие представлено как причина другого события
7. Цель	Каждое событие представлено как цель другого события
8. Совокупность	Представлена свободная структура утверждений. (Возможно, это тот случай, когда нет никакой реальной организации отношения)

Чтобы понять, как можно использовать отношения в табл. 12.2, рассмотрим теперь уже классический анализ следующей заметки, проведенный Мейером (Meyer, 1974).

Заметка о длиннохвостых попугаях

Широкое многообразие расцветок длиннохвостых попугаев, имеющееся в данный момент на рынке, является результатом длительного выведения цветовых мутаций потомков длиннохвостых попугаев с зеленым телом и желтой головой. Сочетание светло-зеленого тела и желтой головы — это естественное цветовое сочетание длиннохвостых попугаев в их природной среде обитания в Австралии. Первый живой длиннохвостый попугай был завезен в Европу из Австралии натуралистом Джоном Гулдом в 1840 г. Первая цветовая мутация появилась в Бельгии в 1872 г.; эти птицы были целиком желтыми. Наиболее популярная расцветка длиннохвостых попугаев в США — небесно-голубая. У этих птиц небесно-голубое тельце и белая голова; эта цветовая мутация произошла в 1878 г. в Европе. В данный момент Техническим комитетом по цветности Общества любителей волнистых попугайчиков описано более 66 расцветок. В дополнение к оригинальной расцветке — зеленое тельце и желтая голова, расцветка длиннохвостых попугаев включает в себя различные оттенки фиолетового, голубого, зеленого, желтого и белого цветов.

Анализ этой заметки представлен в табл. 12.3. Следует заметить, что этот анализ тяготеет к упорядочиванию фактов по степени их важности. Организующей связью самого высокого уровня в этом тексте являются разъяснения (см. пункт 3, табл. 12.2). Точнее, основная мысль в этом объяснении заключается в том, что (пункт А) осуществлялось кропотливое выведение цветовых мутаций, и (пункт Б) теперь существует большое многообразие расцветок длиннохвостых попугаев. При этом пункт А рассматривается как объяснение пункта Б. В пункте А отраже-

ны некоторые события из истории разведения длиннохвостых попугаев. Эта организация — пример последовательных отношений. Специфические детали организованы уже в контексте этих событий. Например, в пункте А2 отражен тот факт, что Джон Гулд был натуралистом. Детали, отраженные в пункте Б, являются данными, поддерживающими утверждение о широкой гамме расцветок, и некоторыми деталями о возможных вариациях расцветок.

Таблица 12.3

Анализ заметки о длиннохвостых попугаях

1. А объясняет Б.
   - А. Проводилось тщательное разведение цветовых мутаций попугаев с зеленым телом и желтой головой. Историческая последовательность такова:
     1. Их естественным местом обитания была Австралия. Конкретная деталь:
        1) их окраска здесь — светло-зеленое тело в сочетании с желтой головой.
     2. Первые живые длиннохвостые попугаи были завезены в Европу из Австралии Джоном Гулдом в 1840 г. Конкретная деталь:
        1) Джон Гулд был натуралистом.
     3. Первая цветовая мутация появилась в 1872 г. в Бельгии. Конкретная деталь:
        1) эти птицы были полностью желтыми.
     4. Небесно-голубая мутация произошла в 1878 г. в Европе. Конкретная деталь:
        1) у этих птиц небесно-голубое тело и белая голова;
        2) этот цвет наиболее популярен в Америке.
   - Б. Сегодня длиннохвостые попугаи представлены на рынке в широком разнообразии цветовых форм. Доказательства для этого:
     1. Существует более 66 различных цветов длиннохвостых попугаев, перечисленных в списке Технического комитета по цветности Общества любителей волнистых попугайчиков.
     2. Имеется много доступных расцветок. Среди них следующие:
        1) оригинальные с зеленым телом и желтой головой;
        2) фиолетовые;
        3) синие;
        4) серые;
        5) зеленые;
        6) желтые;
        7) белые.

Источник: Meyer, 1974.

Пропозиции в большом тексте могут быть организованы иерархически согласно различным семантическим отношениям.

Структура текста и память

Многочисленные исследования показали психологическую значимость структуры текста. Были предложены разнообразные теории, различающиеся тем, какая именно система отношений должна быть использована для анализа текста, но схо-

дящиеся в одном — предложения в тексте организованы в форме той или иной иерархической структуры. Результаты экспериментов по изучению памяти подтвердили, что испытуемые в той или иной степени реагируют на эту иерархическую структуру.

Тип иерархической структуры, показанный в анализе Мейера, напоминает иерархическую структуру, изученную нами в главе 7, посвященной памяти. На основании приведенных там данных можно предположить, что подобные иерархии оказывают существенное влияние на память — если испытуемые используют эти иерархии для понимания. Мейер и другие исследователи показали, что испытуемые действительно обнаруживают лучшую память на основные пункты такой структуры (пропозиции в приведенной выше структуре). Например, испытуемые скорее запомнят, что проводилась кропотливая работа по получению цветовых мутаций (пункт А), чем то, что Джон Гулд был натуралистом (пункт А2).

Мейер, Брандт и Блат (Meyer, Brandt & Bluth, 1978) изучали восприятие высокоуровневых текстовых структур, т. е. структурные отношения на более высоких ступенях иерархий. Пример таких отношений приведен в табл. 12.3. Авторы обнаружили значительные вариации в способностях испытуемых распознавать высокоуровневые структуры, организующие текст. Кроме того, они обнаружили, что способность испытуемых выявлять высокоуровневые структуры является важным предсказателем хорошего запоминания текста. В ходе другого исследования, проведенного на девятиклассниках, Бартлетт (Bartlett, 1978) обнаружил, что только 11 % испытуемых сознательно выявляли высокоуровневые структуры и использовали их для запоминания текста. Эффективность запоминания в этой группе оказалась в 2 раза выше. Бартлетт также показал, что обучение школьников выявлять и использовать структуру высшего уровня в два раза увеличивает результаты запоминания.

В дополнение к иерархической структуре текст, как правило, бывает связан казуальными и логическими структурами. Наиболее четко это выражено в повествованиях, где присутствуют цепочки событий, в которых одно событие служит причиной следующего. Скрипты, которые мы обсуждали в главе 5, являются одним из видов структуры знания, которая предназначена для кодирования подобных причинных отношений. Часто причинные связи не четко сформулированы, но их следует получить путем умозаключения. Например, в выпуске новостей мы можем услышать:

- На Парквей Ист произошла авария. Движение осуществляется в объезд через Вилкинсбург.

Слушателю следует самому сделать заключение о том, что первый факт является причиной второго. Кинан, Бейлет и Браун (Keenan, Baillet & Brown, 1984) исследовали влияние вероятности наличия причинной связи между двумя предложениями на обработку второго предложения. Они попросили участников эксперимента прочитать пары предложений, первое из которых может быть одним из следующих:

1а. Старший брат Джо снова и снова толкал его.

1б. Съезжая с холма, Джо упал с велосипеда.

1в. Сумасшедшая мать Джо ужасно разозлилась на него.

1г. Джо ушел поиграть к соседям.

Кинан с коллегами были заинтересованы в том, как первое предложение влияет на продолжительность времени прочтения второго.

2. На следующий день тело Джо было покрыто синяками.

Предложения 1а–1г расположены в порядке убывания вероятности их причинной связи со вторым предложением. Соответственно, Кинан и коллеги обнаружили, что время прочтения испытуемыми второго предложения увеличивается с 2,6 с в том случае, если ему предшествовала крайне вероятная причина, такая как 1а, до 3,3 с, если ему предшествовала маловероятная причина, такая как 1г. На установление более отдаленной причинной связи затрачивается больше времени.

Причинная зависимость также оказывает определенное влияние на процесс вспоминания. Части рассказа, центральные в его причинной структуре, вспомнятся с большей вероятностью (Black & Bern, 1981; Trabasso, Secco & van den Broek, 1984). Например, Блэк и Берн предложили испытуемым для прочтения рассказы, включающие в себя причинно связанные пары предложений типа следующих.

- Кошка прыгнула на кухонный стол.
- Фред взял кошку и выбросил ее на улицу.

Им противопоставлялись пары предложений, подобные следующим:

- Кошка терлась о кухонный стол.
- Фред взял кошку и выбросил ее на улицу.

Данные предложения с меньшей вероятностью являются причинно связанными. Хотя второе предложение в обоих случаях одинаково, люди лучше запомнили первое предложение в причинно связанной паре.

Торндайк (Thorndyke, 1977) также показал, что рассказ запомнится хуже, если его структура противоречит общепринятой «естественной» структуре. Некоторым испытуемым был предложен оригинальный рассказ, в то время как другим — рассказ, в котором предложения предъявлялись в перепутанном порядке. Испытуемые могли вспомнить около 85 % фактов из оригинального текста, но только 32 % фактов из беспорядочного рассказа. По всей видимости, именно этого следовало ожидать, зная о выводах, сделанных в главе 7; например, обратите внимание на описанный там эксперимент Бауэра и коллег (Bower et al., 1969).

Мандлер и Джонсон (Mandler & Johnson, 1977) показали, что детям намного сложнее вспомнить причинную структуру рассказа. Взрослые вспоминают события и их последствия, в то время как дети помнят результат, но, как правило, забывают, как он был достигнут. Например, дети могут вспомнить из рассказа, что масло растаяло, но могут забыть, что это произошло, потому что масло лежало на солнце. У взрослых не бывает проблем с подобными простейшими причинными структурами, но могут возникать трудности понимания более сложных связей между частями текста. Например, легко ли вам определить связь между этим абзацем и предшествующим текстом?

Палинскар и Браун (Palinscar & Brown, 1984) разработали тренировочную программу, специализирующуюся на обучении детей выявлению и формулировке вопросов, касающихся таких вещей, как каузальная структура текста. Им удалось поднять уровень понимания текста при чтении у слабо успевающих семиклассников с 20 до 56 %. Это напоминает результаты Барлетта (Barlett, 1978), которому удалось увеличить воспроизведение прочитанного у студентов, обучив их распознаванию иерархической структуры текста.

Память на текстовый материал чувствительна к иерархической и каузальной структурам текста, а потому улучшается, когда люди обращают внимание на эту структуру.

Модель понимания текста Кинча и ван Дийка

Кинч и ван Дийк (Kintsch & van Dijk, 1978) представили многие из идей, которые мы обсудили, в виде общей модели обработки информации при понимании и запоминании текста. Их модель предполагает, что для анализа текста используется грамматический разбор, разделяющий текст на набор пропозиций, и их исследование сосредоточилось на дальнейшей обработке текста, уже после того, как выявлен исходный набор пропозиций. В качестве простого примера можно привести этот отрывок, взятый из работы Кинча (Kintsch, 1979).

Племя свази воевало с соседним племенем из-за спора по поводу скота. Среди воинов были двое неженатых мужчин, Какра и его младший брат Гум. Какра был убит в бою.

Этот гекст можно разбить на следующие пропозиции:

1. (имя, племя 1, свази)
2. (соседи, племя 2, племя 1)
3. (воевали, племя 1, племя 2) = α
4. (причина, α, β)
5. (спор, племя 1, племя 2, скот) – β
6. (среди, воины, мужчины)
7. (число, мужчины, двое)
8. (неженатые, мужчины)
9. (имя, мужчина, [Какра, Гум])
10. (младший брат, Какра, Гум)
11. (убит, Какра, бой)

В модели Кинча и ван Дийка в процессе обработки пропозиций следует соотносить последующие пропозиции с предшествующими. Это осуществляется за счет совпадения некоторых понятий. Так, пропозиция 2 может быть легко связана с пропозицией 1, так как в обоих присутствует понятие «племя 1». Обычно довольно легко установить связь между пропозициями в одном предложении. Часто возникают трудности в связывании пропозиций за пределами одного предложения. В приведенном выше примере довольно сложно связать пропозицию 6 с предыдущей. Для этого следует использовать так называемое *связующее умозаключение* (Haviland & Clark, 1974). В данном случае связующее умозаключение состоит в том, что воины из пропозиции 6 были из племени свази. Согласно Кин-

чу и ван Дийку, понимание осложняется именно за счет необходимости в таких связующих умозаключениях.

Кинч и ван Дийк предполагают, что существует предел (который они считают в среднем равным четырем) для числа пропозиций, которые можно удержать активными в рабочей памяти (см. главу 6). Из этого факта вытекают два важных следствия. Одно из них состоит в том, что человек может быть не в состоянии связать новую пропозицию с предыдущим текстом, потому что предыдущая пропозиция с тем же понятием больше не активна. Как уже отмечалось при обсуждении референции, испытуемым требуется тем больше времени, чтобы обработать соответствующее выражение, чем раньше оно стоит в предыдущей части текста. Согласно Кинчу и ван Дийку, это объясняется поиском, при котором человек снова активизируют прошлые пропозиции в долговременной памяти, пытаясь найти пропозицию, которая имеет общие понятия с текущей пропозицией.

Второе следствие из этого ограничения на число активных пропозиций включает в себя вспоминание. Ссылаясь на предыдущие исследования памяти (см. главу 6), Кинч и ван Дийк утверждают, что чем дольше пропозиция удерживается в активном состоянии, тем больше сила долговременного кодирования и выше вероятность возможного вспоминания. Так как имеется ограничение на число пропозиций, которые человек может удерживать активными в рабочей памяти, необходимо выбирать, какие пропозиции останутся в рабочей памяти и какие будут выброшены из нее. В зависимости от того, что выбирает человек, он будет с разной эффективностью вспоминать каждую пропозицию.

Кинч и ван Дийк считают, что люди используют определенную комбинацию давности вспоминаемой информации и ее важности, чтобы выбрать, какие пропозиции удерживать в активном состоянии. Они предложили то, что получило название *стратегии ведущего края*, при которой испытуемые удержат в активном состоянии самую последнюю из обработанных пропозиций и пропозиции, которые стоят выше нее в иерархической репрезентации текста (например, см. табл. 12.3). Так, при чтении пропозиции 5 о споре в связи с рогатым скотом они будут удерживать ее в активном состоянии; они будут делать то же самое с пропозицией 4, которая связывает ее с пропозицией о войне. Исследуя протоколы испытуемых при чтении, Флетчер (Fletcher, 1986) показал, что испытуемые удерживают в активном состоянии не только те пропозиции, которые стоят выше в иерархии, но также и те из них, которые являются каузально важными. Это согласуется с полученными раннее данными о том, что при обработке текста важны как положение в структуре текста, так и каузальная значимость. Одно из следствий таких стратегий удержания в активном состоянии более центральных пропозиций состоит в том, что модель Кинча и ван Дийка предсказывает, что иерархически и каузально значимые факты текста вспоминаются лучше. Мы рассмотрели доказательства этого предположения в предыдущем разделе.

Кинч и ван Дийк предполагают, что существует два вида усложнений, которые делает читатель, чтобы конкретизировать пропозиции в тексте. Усложнениями первого вида являются уже обсуждавшиеся связующие умозаключения, когда человек делает умозаключения, чтобы связать между собой иначе не связанные понятия. Усложнение другого вида состоит в формировании того, что Кинч и ван

Дийк называют макропропозициями, которые кратко выражают суть текста. Например, итоговая пропозиция для текста, который мы прочитали в начале этого раздела, выглядит так: «Солдат убит на войне». Формирование этих макропропозиций также ведет к отмечающемуся феномену лучшего вспоминания главных пунктов текста в отличие от деталей.

Кинч и Випонд (Kintsch & Vipond, 1979) описывают интересное применение этого анализа к речам Эйзенхауэра и Стивенсона во время президентской кампании 1952 г. Было доказано, что Стивенсон проиграл выборы, потому что его речи были трудны для понимания. Но если провести сравнение речей с помощью стандартных мер удобочитаемости, которые учитывают такие характеристики, как длина слов, частота слов и длина предложений, речи Эйзенхауэра оцениваются как более сложные. С другой стороны, если применить модель понимания Кинча и ван Дийка к речам Стивенсона, можно обнаружить, что они требовали множества связующих умозаключений и поиска для определения референции, тогда как речи Эйзенхауэра не требовали этого. Таким образом, слушателям речей Стивенсона приходилось постоянно объединять референции, что казалось им утомительным.

По Кинчу и ван Дийку, люди обрабатывают текст по одной пропозиции, пытаясь связать новые пропозиции с ведущим краем пропозиций, которые они удерживают в активном состоянии.

Выводы

Число и разнообразие тем, охваченных в этой главе, свидетельствует о внушительном прогрессе в области понимания языка. Стоит отметить, что, когда в результате краха бихевиоризма 40 лет назад появилась когнитивная психология, мы почти ничего не знали об обработке языка. Теперь мы имеем довольно отчетливую картину происходящего в пределах от 100 мс после того, как слово услышано, до больших фрагментов сложного текста. Оказалось, что сфера обработки языка таит в себе множество теоретических проблем, некоторые из них были обсуждены в нашем обзоре этой области (например, происходит ли ранняя синтаксическая обработка отдельно от остальных когнитивных процессов). Такие проблемы не должны помешать нам увидеть большие успехи в изучении обработки языка. Высокий накал споров в данной области дает результаты.

Замечания и рекомендуемая литература

В номере журнала *Language and Cognitive Processes* за апрель–июнь 1997 г. имеется подборка новых статей по грамматическому разбору. Сингер (Singer, 1994) представляет обзор исследований умозаключений при обработке языка. Флетчер (Fletcher, 1994) обсуждает роль репрезентаций текста. В статье Ван дер Брока (Van den Broek, 1994) можно найти обсуждение и обработки текста, и умозаключения. Все эти три статьи находятся в «Руководстве по психолингвистике» (*Handbook of Psycholinguistics*), вышедшем под редакцией Гернсбахера (Gernsbacher, 1994). Кинч (Kintsch, 1998) излагает собственную конструктивно-интеграционную теорию понимания языка.

ГЛАВА 13

Индивидуальные различия в когнитивной сфере

Очевидно, что все люди думают по-разному. Существует множество параметров различий в когнитивных процессах, однако людям от природы свойственно давать оценки, и обычно обращают внимание на то, каким образом одним людям удается достичь лучших результатов в решении когнитивных задач, чем другим. Это часто отождествляется с понятием «интеллект» — считается, что некоторые люди умнее других. В первой главе интеллект определялся как характерная особенность человеческого рода. Следовательно, было бы некорректно говорить, что некоторые представители человечества умнее, чем другие. Как мы увидим позже, человеческое познание слишком сложное, чтобы пытаться разместить людей на линейной шкале оценок интеллекта.

Эта глава посвящена проблеме индивидуальных различий. Данная проблема интересна сама по себе, но она также проливает некоторый свет на общую природу человеческого познания. Сначала мы рассмотрим, как когнитивные процессы развиваются по мере того, как меняемся мы сами, с детства до старости. Далее мы рассмотрим, чем отличаются когнитивные процессы у людей разных возрастных групп.

Самый спорный вопрос этой главы: вопрос о том, что важнее — природные задатки или воспитание. Чем объясняются бо́льшие успехи некоторых людей при выполнении когнитивных заданий — природной способностью к выполнению такого рода задач или бо́льшими знаниями, необходимыми для выполнения этих заданий? В действительности важно и то и другое, и мы обсудим, каким образом первичные способности и опыт вносят вклад в развитие человеческого интеллекта.

Когнитивное развитие

Одной из уникальных особенностей человека является то, каким образом дети приходят в этот мир и становятся взрослыми. Относительный объем человеческого мозга очень велик, что вылилось в основную проблему эволюции: каким образом должно осуществляться рождение ребенка с таким большим мозгом? Один из способов — через постепенное увеличение родового канала, который сейчас настолько велик, насколько позволяет строение скелета млекопитающего (Gesch-

wind, 1980). К тому же дети рождаются с достаточно мягким черепом, способным принимать коническую форму для прохождения через родовой канал. И все же роды у человека протекают сложнее, чем у большинства других млекопитающих.

Но потребовались бы не только вышеупомянутые эволюционные изменения, если бы человек рождался с полностью развитым мозгом. По сравнению с другими млекопитающими, мозг человека при рождении развит лишь в малой степени. Его объем равен примерно 350 см^3. В течение первого года жизни он увеличивается в 2 раза и достигает 700 см^3, а к тому времени, как человек достигает половой зрелости, размер мозга снова удваивается. У большинства прочих млекопитающих не отмечается такого увеличения объема мозга после рождения (Gould, 1977). Поскольку родовой канал человека достиг предела, основное развитие нервной системы происходит уже после рождения.

Несмотря на то что дети 9 месяцев развиваются в утробе матери, при рождении они абсолютно беспомощны, и должно пройти необычайно долгое время, прежде чем они достигнут взрослого состояния — около 15 лет, что составляет приблизительно пятую часть всей жизни человека. Совсем по-другому дело обстоит у щенков: беременность длится всего 9 недель, а щенок рождается гораздо более приспособленным к жизни, чем младенец. Менее чем через год (а это не более чем десятая часть продолжительности жизни собаки) он достигает размеров взрослой особи и способен размножаться.

Детство длится дольше, чем требуется для развития мозга. На самом деле формирование нервной системы практически полностью завершается к 2 годам, а ее развитие — к 5. Люди так долго остаются детьми из-за медленного физического развития. Было выдвинуто предположение (de Beer, 1959), что функция такого медленного физического развития состоит в продлении периода зависимости детей от взрослых. Нужно очень многому научиться, чтобы стать полноценным взрослым человеком, и, оставаясь так долго ребенком, человек имеет достаточно времени, чтобы приобрести все эти знания. Детство — это период подготовки к взрослой жизни.

Современное общество настолько сложное, что мы не можем научиться всему необходимому, просто общаясь с родителями на протяжении 15 лет. Чтобы обеспечить необходимую подготовку, общество создало такие социальные институты, как средние школы, университеты и профессиональные школы. Для людей естественно проводить больше 25 лет (почти столько же, сколько длится период профессиональной деятельности), готовясь к исполнению своей будущей социальной роли.

Период развития человека длится гораздо дольше, чем у других млекопитающих, что позволяет мозгу достичь нормальных размеров, а человеку — приобрести большое количество знаний.

Стадии развития по Пиаже

Психологи, изучающие развитие человека, попытались понять, как интеллект меняется по мере взросления человека. Особое влияние на них оказал швейцарский психолог Жан Пиаже, который на протяжении более 50 лет изучал развитие ребенка. Большая часть последних работ по обработке информации в процессе

когнитивного развития связана с исправлением и реорганизацией теории когнитивного развития Пиаже. Несмотря на все последующие переработки, его исследования представляют собой структурированный ряд наблюдений за когнитивным развитием, охватывающий периоды с рождения до взрослого состояния. По этой причине их следует принимать во внимание для получения общей картины когнитивного развития в детстве.

По мнению Пиаже, ребенок приходит в этот мир лишенным всех основных когнитивных способностей, присущих взрослому, но постепенно развивает их, проходя через ряд стадий развития. Пиаже выделяет четыре основные стадии. *Стадия сенсомоторного интеллекта* занимает первые два года. На протяжении этой стадии у детей формируются схемы, позволяющие осмыслять физический мир, — например, возникает понятие объекта как постоянного атрибута мира. Вторая стадия — *дооперационная* — продолжается от 2 до 7 лет. В отличие от младших детей, в этот период дети уже могут оперировать первичными знаниями о мире, но эти умственные процессы интуитивны, им не хватает систематизации. Например, 4-летний ребенок, которого попросили описать его рисунок фермы и нескольких животных, сказал: «Вот это дом, где живут животные. Я живу в доме. Мои мама и папа тоже. Это лошадь. Я видел лошадей по телевизору. У вас есть телевизор?»

Следующая стадия — *стадия конкретных операций* — охватывает период с 7 до 11 лет. В этот период у детей формируется ряд мыслительных операций, позволяющих систематизировать знания о физическом мире. Но дети все еще существенно ограничены в способности формально рассуждать о мире. Способность к формальному мышлению появляется во время четвертого периода, выделенного Пиаже, — *стадии формальных операций*. Она длится с 11 до 15 лет. По окончании этой стадии ребенок становится в умственном отношении взрослым человеком и способен к научному мышлению, что Пиаже считает основным критерием зрелой интеллектуальной деятельности.

Понятие стадии, по Пиаже, всегда было больным местом в психологии развития. В действительности ребенок в день своего 11-летия не переходит внезапно от стадии конкретных операций к стадии формальных операций. Существует множество индивидуальных и культурных различий, и данные возрастные рамки весьма приблизительны. Но тщательный анализ развития конкретного ребенка также не позволяет выявить резких изменений в каком-либо возрасте. Один из способов избежать такого четкого деления — это разбить эти стадии на более мелкие. Другой способ заключается в том, чтобы воспринимать их лишь как способ охарактеризовать то, что, по сути, является последовательным и постепенным процессом. Сиглер (Siegler, 1996) привел доводы в пользу того, что при тщательном анализе когнитивное развитие предстает как последовательный и постепенный процесс. Он характеризует концепцию стадий как «миф о чистых периодах».

Помимо анализа самих стадий не менее важен сделанный Пиаже анализ выполнения специальных заданий детьми, находящимися на разных стадиях развития. Этот анализ выполнения заданий предоставляет эмпирический материал для широкой и абстрактной характеристики стадий, выделенных Пиаже. Возможно, наиболее известным примером его анализа заданий является исследование сохранения, которое мы обсудим ниже.

Пиаже предположил, что в интеллектуальном развитии дети проходят через четыре стадии: стадию сенсомоторного интеллекта, дооперационную стадию, стадию конкретных операций и стадию формальных операций.

Сохранение

Термин *сохранение* в самом общем смысле относится к знанию о том, что сохраняется в памяти при различных трансформациях. Детское понимание сохранения развивается по мере того, как ребенок проходит через стадии развития по Пиаже.

Сохранение на стадии сенсомоторного интеллекта. Одна из первых вещей, которую должен понять ребенок, — это то, что объекты продолжают существовать, изменяясь во времени и пространстве. Если набросить кусок материи на игрушку, к которой направляется 6-месячный ребенок, он остановится и потеряет к игруш-



Рис. 13.1. Иллюстрация очевидной неспособности ребенка понимать постоянство объекта. (Monkmeyer Press Photo Service, Inc. From John W. Santrock and Steven R. Yussen. Child development: An introduction 4th Edition. Copyright © 1989 Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA. Все права сохранены. Воспроизведено с разрешения)

ке интерес (см. рис. 13.1), как будто объект перестает существовать для ребенка, когда он теряет его из виду. На основании этих экспериментов Пиаже пришел к выводу, что ребенок не обладает врожденными знаниями о постоянстве объектов, но приобретает их в течение первого года жизни.

По Пиаже, понимание постоянства объектов развивается медленно, и это самое большое интеллектуальное достижение на стадии сенсомоторного интеллекта. Старший ребенок будет искать спрятанный объект, но более сложные тесты обнаруживают пробелы в понимании ребенком постоянства объектов. В одном из экспериментов объект прячут под покрывало А, а затем на глазах ребенка достают и перемещают под покрывало Б. Во многих случаях ребенок начинает искать объект под покрывалом А. Пиаже утверждает, что ребенок не может понять, что объект будет находиться в месте Б. Только после года ребенок может постоянно успешно выполнять это задание.

Сохранение на дооперационной стадии и на стадии конкретных операций. Существенное улучшение сохранения происходит в возрасте примерно 6 лет; это переходный период между дооперационной стадией и стадией конкретных операций. До этого дети могут делать грубые ошибки в умозаключениях, которые по достижении указанного возраста исчезают сами собой. Велось множество дискуссий по поводу причин этих изменений, при этом некоторые ученые указывали на язык (Bruner, 1964) или на начало обучения в школе (Cole & D'Andrade, 1982) как их возможную причину. Мы ограничимся описанием изменений в детском понимании сохранения количества.

Будучи взрослыми, мы мгновенно понимаем, что на тарелке находится четыре яблока, и можем с уверенностью утверждать, что их и останется четыре, если переложить их в сумку. Пиаже интересовало, как у ребенка развивается понятие о количестве, каким образом он осознает, что количество — это то, что остается неизменным при различных трансформациях, таких как перемещение объектов с тарелки в сумку. На рис. 13.2 показана типичная задача на сохранение, которую психологи в различных вариациях давали дошкольникам во многих экспериментах. Ребенку показывают два ряда предметов, например шашек. Эти два ряда содержат одинаковое количество предметов, расположенных друг против друга. Ребенка спрашивают, одинаковое ли количество в этих двух рядах, и он отвечает, что да. Ребенка могут попросить посчитать предметы в двух рядах, чтобы подтвердить ответ. Затем на глазах ребенка один ряд сжимают так, чтобы он стал короче другого, но шашки не добавляют и не убирают. Когда ребенка снова спрашивают, в каком ряду предметов больше, он отвечает, что в более длинном ряду их больше. По-видимому, ребенок не знает, что количество — это величина, которая сохраняется неизменной при трансформациях, таких как сжимание в пространстве. Если ребенка попросить сосчитать, сколько шашек в каждом ряду, он будет сильно удивлен, что в каждом из них количество одинаковое.

Основной чертой всех демонстраций недостаточного сохранения является то, что дети оказываются сбитыми с толку нерелевантными физическими характеристиками предъявляемого материала. Другой пример — задание на сохранение жидкости (рис. 13.3). Ребенку показывают два одинаковых стакана, содержащих равное количество жидкости, и один пустой, высокий и узкий стакан. На вопрос,

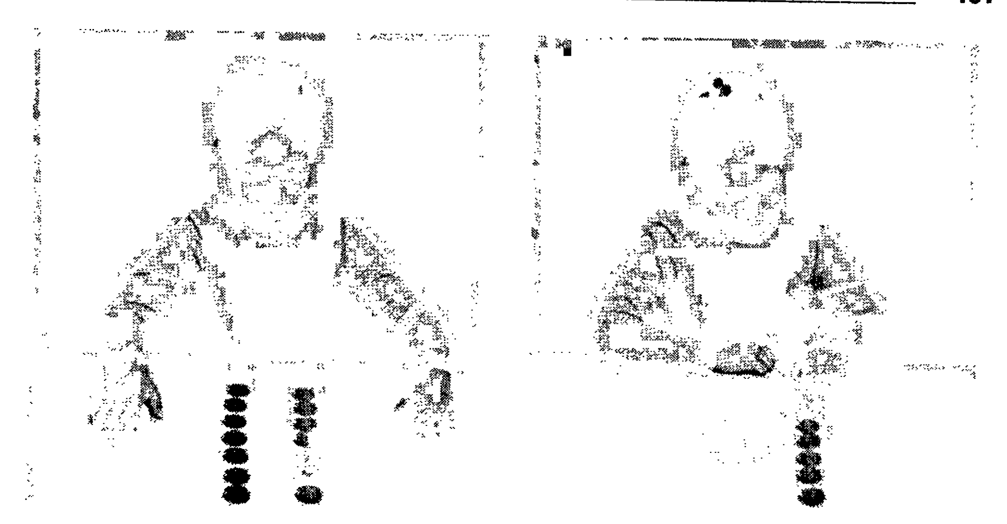


Рис. 13.2. Типичная экспериментальная ситуация в тесте на сохранение количества. (Monkmeyer Press Photo Service, Inc. From John W. Santrock and Steven R. Yussen, Child development: An introduction. 4th edition. Copyright © 1989 Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA. Все права сохранены. Воспроизведено с разрешения)

содержат ли одинаковые стаканы одинаковое количество воды, ребенок отвечает, что содержат. Затем воду из одного стакана переливают в высокий узкий стакан. Теперь на вопрос, одинаковое ли количество воды в двух емкостях, ребенок отвечает, что в высоком стакане воды больше. Маленьких детей сбивает с толку внешний вид, и они не понимают, что при переливании воды из одного стакана в другой количество жидкости остается неизменным. Бернер (Burner, 1964) показал, что ребенок с большей вероятностью сохранит в памяти правильное представление, если высокий стакан не находится в поле зрения, когда в него налита вода. В этом случае внешний вид не оказывает воздействия. Но это не означает, что ребенок совсем не понимает, что при переливании остается то же самое количество воды.

Неспособность сохранения также была показана в случае с весом и объемом твердых предметов (обсуждение исследований сохранения см. в следующих работах: Brainerd, 1978; Flavell, 1985; Ginsburg & Opper, 1980). Ранее существовало мнение, что неспособность к сохранению на дооперационной стадии — это более или менее единая проблема. Но сейчас очевидно, что при выполнении одних заданий успешное сохранение появляется раньше, чем при выполнении других. Например, сохранение числа, как правило, появляется раньше, чем сохранение количества жидкости. При этом в переходный период дети могут в одних экспериментальных ситуациях демонстрировать сохранение числа предметов, а в других — нет.

Сохранение на стадии формальных операций. Когда дети достигают периода формальных операций, сохранение достигает у них новых уровней абстракции. Они приобретают способность осознавать идеализированное сохранение, которое составляет часть современной науки. Сюда относятся понятия о сохранении энергии и сохранении движения. В мире, лишенном трения, предмет, однажды приве-

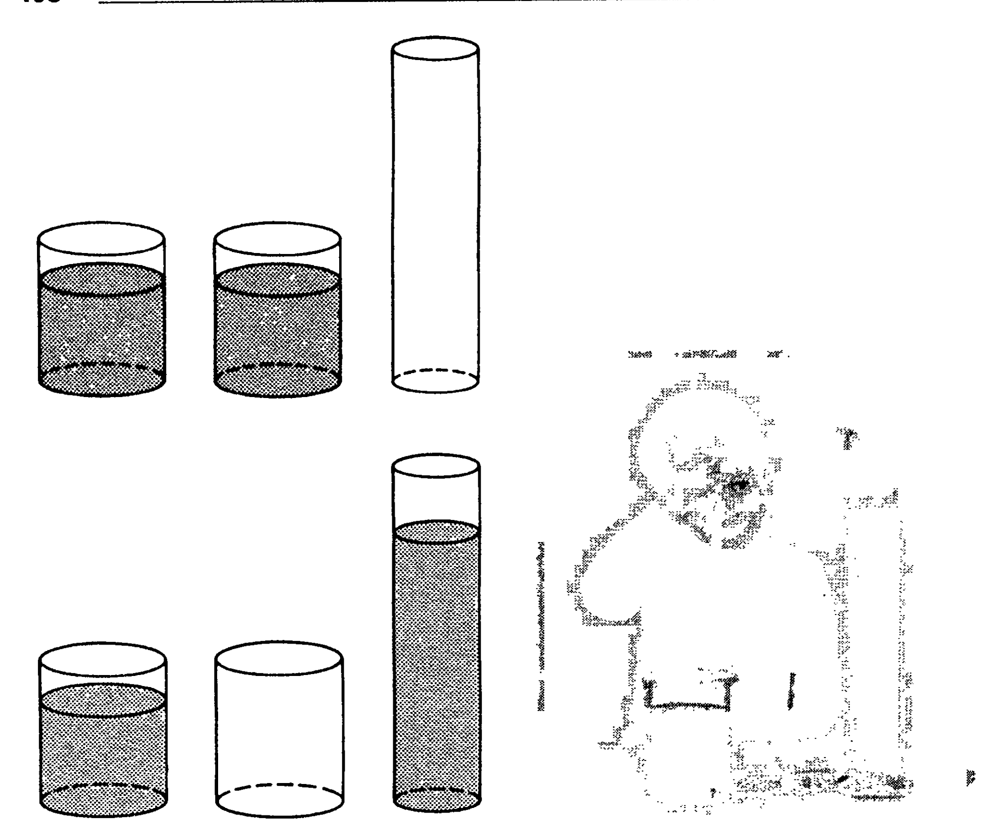


Рис. 13.3. Типичная экспериментальная ситуация при задании на сохранение жидкости (Monkmeyer Press Photo Service, Inc. From John W. Santrock and Steven R. Yussen, Child development: An introduction. 4th edition. Copyright ©1989 Wm. C. Brown Publishers, Duhuque, IA. Все права сохранены. Воспроизведено с разрешения)

денный в движение, продолжает двигаться. Ребенок никогда не сможет проверить это опытным путем, но он начинает понимать эту абстракцию и то, каким образом она соотносится с реальной действительностью.

В процессе развития дети все более тонко понимают, какие свойства предметов сохраняются при различных трансформациях.

Что развивается?

Несомненно, как подтверждает Пиаже и другие исследователи, основные изменения интеллекта происходят в детский период. Но остаются серьезные вопросы о том, что лежит в основе таких изменений. Существуют два способа объяснения того, почему дети, становясь старше, лучше решают различные интеллектуальные задачи. Один из них заключается в том, что они «лучше думают», а другой — в том, что они «лучше знают». Первый вариант объяснения подразумевает, что у детей развиваются основные когнитивные процессы. Возможно, они могут удерживать больший объем информации в рабочей памяти или быстрее обрабатывают инфор-

мацию. Второе объяснение («лучше знают») подразумевает, что, становясь старше, дети лучше и в большем объеме получают знания о фактах и методах. Здесь я использую выражение «лучше знают», а не «больше знают», поскольку это не просто увеличение объема знаний, но и устранение ложных фактов и неподходящих методов (таких, как опора на видимую картину в заданиях на сохранение). Возможно, это более совершенное знание позволяет им лучше справляться с заданиями. Здесь уместно сравнение с компьютером: компьютерная операция (например, дедуктивный вывод) будет выполняться лучше, если ту же программу установить на более быструю машину с большей памятью или если на той же самой машине использовать лучшую программу. Так что же является причиной развития ребенка: «лучшая машина» или «лучшая программа»?

Безусловно, это не случай выбора типа «или-или». Развитие интеллекта ребенка происходит благодаря обоим факторам, но остается открытым вопрос о соотношении влияния каждого из них. Сиглер (Siegler, 1998) утверждает, что многие изменения в развитии, происходящие в течение первых двух лет, можно объяснить изменениями в нервной системе. Такие изменения значительны. Ребенок рождается с бо́льшим количеством нейронов, чем будет у него в позднем возрасте. В то время как количество нейронов уменьшается, происходит резкое, десятикратное увеличение синаптических связей на протяжении первых двух лет жизни. На рис. 13.4 показаны существенные изменения синаптической плотности в указанный период. Число синапсов, действительно, достигает высшей точки примерно в 2 года, а затем начинает уменьшаться. Сокращение числа нейронов, а позже — уменьшение количества синаптических связей рассматривается как процесс самонастройки мозга. Первоначальное избыточное количество нейронов гарантирует, что нейронов и синапсов будет достаточно для обработки требуемого объема информации. Когда какое-то их количество не используется и поэтому оказывается ненужным, они уничтожаются (Huttenlocher, 1994). После 2 лет не происходит дальнейшего роста нейронов и их синаптических связей, но мозг продолжает расти из-за разрастания других клеток. В частности, увеличивается число глиальных клеток, включая те, из которых состоят миелинизированные оболочки аксонов нейронов. Как упоминалось в главе 1, миелинизация позволяет передавать нервные сигналы гораздо быстрее. Процесс миелинизации может продолжаться до 20 лет, но с постоянно уменьшающейся скоростью. Результаты его значительны. Например, время, необходимое нервному импульсу для пересечения полушарий головного мозга, составляет у взрослого человека около 5 мс, что в 5 раз быстрее, чем у 4-летнего (Salamy, 1978).

Существует соблазн рассматривать улучшение способности обрабатывать информацию как основу всего развития после 2 лет. Рассмотрим различия в физическом развитии 2-летнего ребенка и взрослого. Когда моему сыну было 2 года, он с трудом расстегивал пуговицы пижамы. Если его мышцы и координация так сильно развились в дальнейшем, то почему бы тому же не произойти с мозгом? Однако эта аналогия не подходит: 2-летний ребенок достигает лишь 20 % будущего веса своего тела, в то время как мозг — уже 80 % своего окончательного размера. Мы можем утверждать, что когнитивное развитие после 2-летнего возраста с

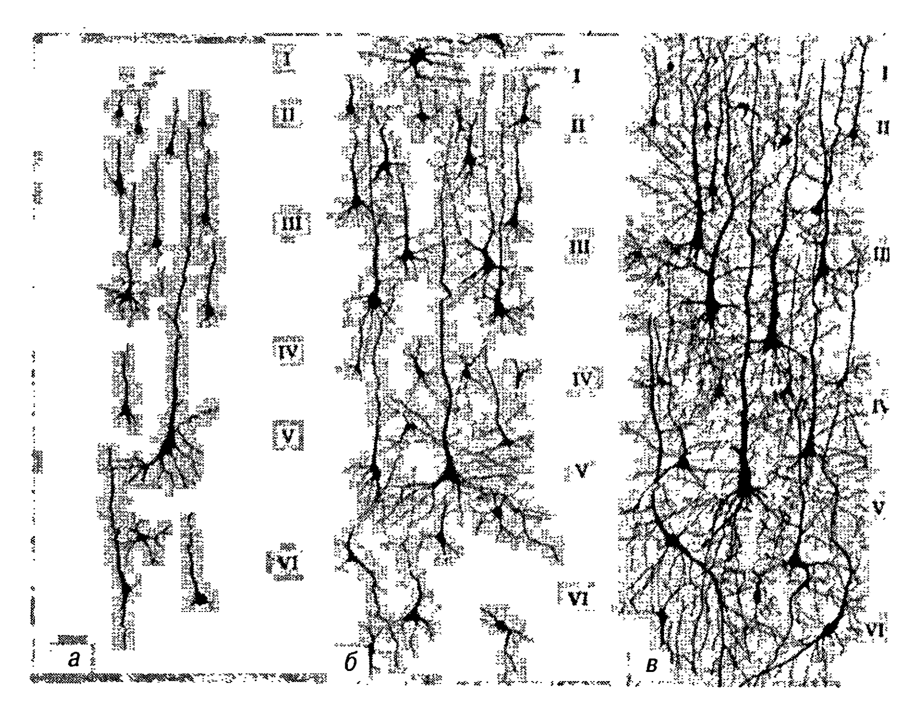


Рис. 13.4. Развитие коры головного мозга человека в зоне Брока в послеродовой период: *а* — новорожденный; *б* — 3 месяца; *в* — 2 года (Lenneberg, 1967)

большей вероятностью зависит от тех знаний, которые будут получены человеком, чем от физического изменения возможностей мозга.

Развитие нервной системы вносит гораздо больший вклад в когнитивное развитие до 2-летнего возраста, чем по его достижении.

Повышенные умственные способности

Согласно некоторым теориям, важной составляющей развития является тенденция к увеличению умственных способностей, продолжающемуся на протяжении подросткового периода (Case, 1985; Fischer, 1980; Halford, 1982; Pascual-Leone, 1980). Эти теории часто называют неопиажетианскими теориями развития. Я рассмотрю теорию о пространстве памяти Кейса, который предположил, что возрастающие возможности рабочей памяти играют важнейшую роль в последующем развитии. Его основная идея состоит в том, что более развитые когнитивные способности требуют удержания большего количества информации в рабочей памяти.

В качестве примера такого анализа рассмотрим описание Кейсом (Case, 1978) того, как дети выполняют задачи с соком Ноуэлтинга (Noelting, 1975). Ребенку дают два пустых кувшина, А и Б, и говорят, что в каждый из них будет вылито несколько стаканов апельсинового сока и воды. Задача ребенка — предсказать, в каком из кувшинов вкус апельсинового сока будет чувствоваться сильнее. На рис. 13.5 показано, какие задачи и в каком возрасте могут решать дети. Младшие дети с уверенностью способны решить только ту задачу, где весь сок выливается в один кув-

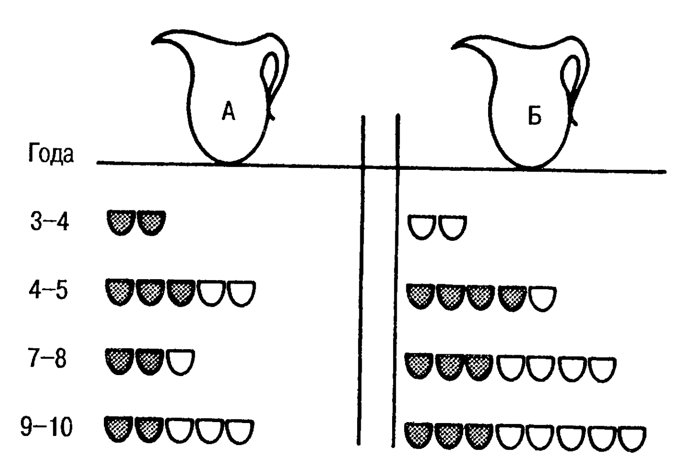


Рис. 13.5. Задачи с соком Ноуэлтинга, которые решают дети разного возраста. Ребенок должен решить, в каком из кувшинов будет сильнее вкус апельсинового сока после того, как на его глазах определенное число стаканов сока и воды будет вылито в каждый кувшин

шин, а вся вода — в другой. В возрасте от 4 до 5 они способны сосчитать количество стаканов сока, выливаемого в кувшин, и выбрать тот, в котором их больше, не считая стаканы с водой. В возрасте с 7 до 8 лет они отмечают, чего больше в кувшине — сока или воды. Если в кувшине А больше сока, чем воды, а в кувшине Б больше воды, чем сока, они выберут кувшин А, даже если абсолютное число стаканов сока в нем меньше. Наконец, в возрасте от 9 до 10 лет дети вычисляют разницу в количестве стаканов сока и воды (что все же не является лучшим решением).

Кейс утверждает, что требования к рабочей памяти отличаются для разных типов задач, представленных на рис. 13.5. Для решения простейшей задачи ребенку надо сохранить в памяти лишь один факт: в какие из стаканов налит сок. Дети в возрасте от 3 до 4 лет могут запомнить только это. Если в обеих группах стаканов сок, ребенок не способен решить задачу. Для решения задачи второго типа нужно запомнить две вещи — число стаканов с соком в каждом ряду. Для третьего типа ребенку необходимо сохранить в памяти и дополнительные частичные произведения для определения того, в каком ряду стаканов с соком больше. Для решения задачи четвертого типа необходимо знание четырех фактов:

1) абсолютная разница стаканов, выливаемых в кувшин А;
2) знак разницы в стаканах для кувшина А (т. е. налито ли в кувшин больше воды или больше сока);
3) абсолютная разница стаканов, выливаемых в кувшин Б;
4) знак разницы в стаканах для кувшина Б.

По мнению Кейса, способности рабочей памяти у детей при решении этой задачи определяют уровень их развития. Только тогда, когда ребенок способен запомнить все четыре фактора, он достигает четвертого этапа развития. Теория Кейса была подвергнута критике (Flavell, 1978), поскольку трудно найти способ измерения требуемого объема рабочей памяти.

Другой спорный момент — вопрос о том, что контролирует увеличение объема рабочей памяти. По мнению Кейса, основной фактор такого увеличения — это возрастающая скорость передачи нервного импульса. Он ссылается на тот факт, что миелинизация увеличивается с возрастом, при этом ее резкий рост приблизительно совпадает по времени с основными изменениями в рабочей памяти, отмечаемыми Кейсом. С другой стороны, он также утверждает, что значительную роль играет практика. В результате тренировки мы обучаемся эффективнее выполнять умственные операции, и они требуют меньшего объема рабочей памяти.

Это предположение подтверждается результатами исследования, проведенного Кейлом (Kail, 1988). Он изучал выполнение нескольких когнитивных заданий, включая задание на мысленное вращение, описанное нами в главе 4. Испытуемому дается пара букв в разном положении, и ему надо решить, одинаковые ли это буквы, или одна из них — это зеркальное отображение другой. Как уже отмечалось в главе 4, испытуемые для выполнения такого задания обычно мысленно вращают образ одного объекта так, чтобы он совпал с образом другого. Кэйл наблюдал людей в возрасте от 4 до 22 лет и пришел к выводу, что с возрастом скорость выполнения задания систематически увеличивается. Его также интересовала скорость вращения, которую он измерял в миллисекундах на угол в один градус (мс/градус). На рис. 13.6 эти данные показаны в виде графика, отражающего скорость вращения в зависимости от возраста. Оказывается, что время вращения на один градус уменьшается с возрастом.

В некоторых своих работах Кейл утверждает, что это доказывает зависимость увеличения скорости выполнения мыслительных операций от возраста. Но существует и альтернативная гипотеза, согласно которой возрастание скорости обработки является результатом длительной практики выполнения простейших мыслительных операций. Кейл и Парк (Kail & Park, 1990) проверили эту гипотезу. В их эксперименте семилетние дети и взрослые более 3000 раз выполняли задание на мысленное вращение. Они обнаружили, что в обеих группах скорость увели-

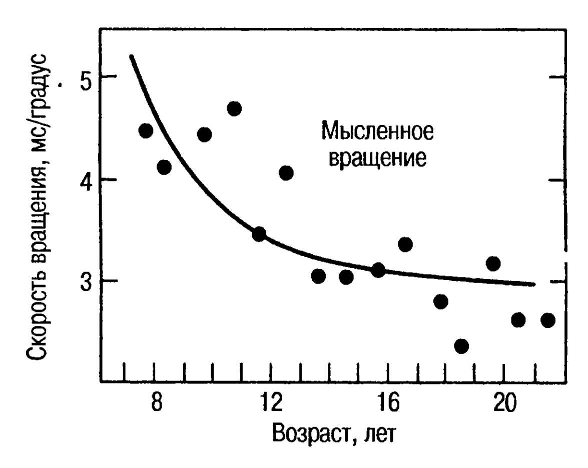


Рис. 13.6. Скорость мысленного вращения, оцененная по наклону функции, связывающей время реакции и ориентацию стимула (Kail, 1988)

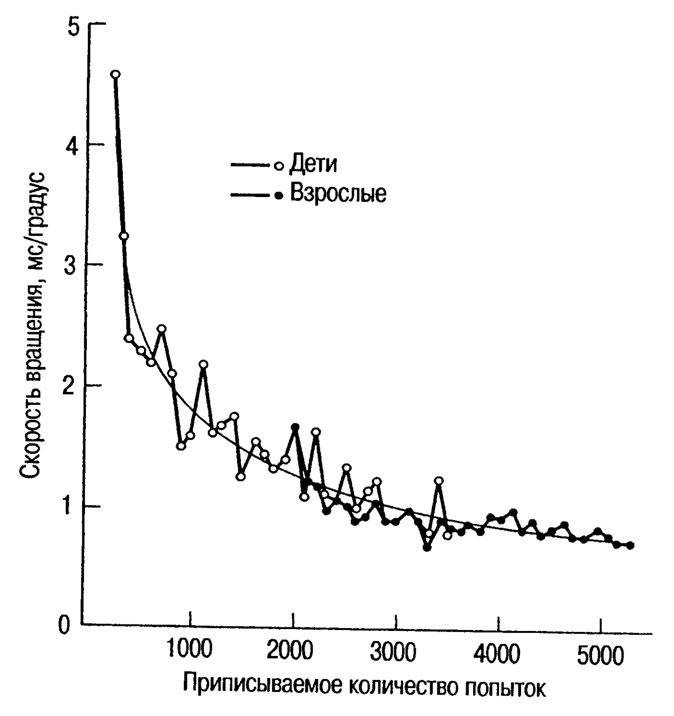


Рис. 13.7. Результаты, полученные Кейлом и Парком (Kail & Park, 1990): дети и взрослые находятся на одном уровне знаний, но после 1800 попыток дети добиваются лучших результатов

чивалась, но у взрослых это происходило гораздо быстрее. Однако Кейл и Парк показали, что все их данные могут быть описаны одной степенной функцией, на которой за точку отсчета для взрослых принимаются их результаты после выполнения 1800 заданий (в главах 6 и 9 показано, что кривые научения обычно соответствуют степенной функции). На рис. 13.7 показаны итоговые данные, где функции обучения у детей и взрослых накладываются одна на другую. Кривая практики у детей предполагает, что они начинают с уровня тренировки примерно в 150 заданий, а взрослые начинают с уровня тренировки в 1950 заданий. Но после 3000 попыток дети выполняют задание немного быстрее, чем взрослые, не имеющие практики. Таким образом, хотя скорость обработки увеличивается с возрастом, это увеличение может объясняться тренировкой, а не биологическими факторами.

В когнитивном развитии происходят количественные и качественные изменения, обусловленные ростом возможностей рабочей памяти и скорости обработки информации.

Увеличение количества знаний

Чи (Chi, 1978) продемонстрировала, что различия в развитии могут быть связаны с наличием знаний. Ее исследования были связаны с памятью. Неудивительно, что дети выполняют почти все задания на запоминание хуже, чем взрослые. Происходит ли это потому, что их память обладает меньшими возможностями, или потому, что у них меньше знаний о том, что их просят запомнить? Для получения

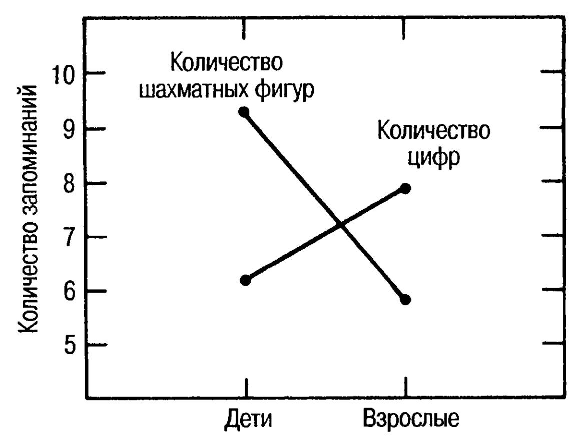


Рис. 13.8. Количество шахматных фигур и количество цифр, вспомненных детьми и взрослыми (Chi, 1978)

ответа на этот вопрос Чи сравнила способности запоминания у детей 10 лет и у взрослых при выполнении двух заданий — на цифровые интервалы и на положение шахматных фигур (обсуждение этих заданий см. в главах 6 и 9). Дети, принимавшие участие в опыте, были опытными игроками в шахматы, тогда как взрослые — абсолютными новичками. Шахматное задание показано на рис. 9.13 на с. 292 — шахматную доску на 10 с показывают, а затем убирают, и испытуемого просят воспроизвести расположение фигур на доске.

На рис. 13.8 показано количество шахматных фигур, которые вспомнили дети и взрослые. Для сравнения также приведено количество вспомненных цифр в задаче на цифровые интервалы. Как и предсказывала Чи, взрослые лучше справлялись с задачей с цифровыми интервалами, а дети лучше выполняли задачу с шахматами. Лучший результат детей в задаче с шахматами объяснялся их бóльшим знанием шахмат. Лучший результат взрослых в задаче с цифрами был достигнут благодаря их лучшему знакомству с цифрами — поразительный результат испытуемого С. Ф. из главы 9 в задаче с цифрами показывает, насколько знание цифр может улучшать результат в задачах на запоминание.

Разница между новичками и экспертами из главы 9 часто используется для объяснения феноменов развития. Мы видели, что требуется большой опыт работы в какой-либо области для того, чтобы человек стал экспертом. Аргумент Чи состоит в том, что дети из-за отсутствия знаний являются новичками во всем, но они могут стать бóльшими экспертами, чем взрослые, сконцентрировавшись на одной области, например на шахматах.

В эксперименте Чи сравнивались дети-эксперты и взрослые-новички. Шнайдер, Коркель и Вайнерт (Schneider, Korkel, & Weinert, 1988) изучали влияние мастерства в разном возрасте. Они разделили немецких школьников на экспертов и новичков в футболе. Ученые сделали это отдельно для учащихся 3, 5 и 7-х классов. Учащихся из каждой группы просили вспомнить историю о футболе. В табл. 13.1 приведено количество воспоминаний как функция года обучения и мастерства.

Влияние мастерства было значительно большим, чем влияние года обучения. В тесте на распознавание не обнаружилось влияния года обучения, но наблюдалось влияние мастерства. Ученые также разделили каждую группу испытуемых на имеющих высокие и низкие способности по результатам интеллектуальных тестов. Хотя такие тесты, как правило, предсказывают память на истории, Шнайдер с коллегами не обнаружили влияния уровня общей способности, отмечалось лишь влияние знания футбола. Они утверждают, что учениками с высокими способностями являются те, кто имеет много знаний во многих областях, и вследствие этого, как правило, показывает хорошие результаты в тестах памяти. Но при тестировании с использованием рассказа из конкретной области, в данном случае футбола, ученики с высокими способностями, которые ничего не знают об этой области, покажут худшие результаты, чем ученики с низкими способностями, много знающие об этом.

Таблица 13.1

Средний процент вспомненных мысленных блоков как функция года обучения и мастерства

Класс	Эксперты в футболе	Новички в футболе
3	54	32
5	52	33
7	61	42

Источник: Korkel, 1987.

В дополнение к отсутствию релевантных знаний, дети испытывают затруднения в задачах, требующих участия памяти. Это происходит из-за того, что они не знают стратегий, ведущих к улучшению памяти. Наиболее отчетливо это проявляется при повторениях. Если бы вас попросили набрать незнакомый семизначный телефонный номер, я предполагаю, что вы повторяли бы его, пока не стали бы уверенными, что запомнили этот номер, или пока не набрали бы его. Маленькие дети не осознают, что им следует повторять номер. В одном исследовании, сравнивающем 5-летних и 10-летних детей, Кини, Канниццо и Флавелл (Keeney, Cannizzo, & Flavell, 1967) обнаружили, что 10-летние дети почти всегда вербально повторяли набор объектов, которые следовало запомнить, в то время как 5-летние делали это редко. Результат маленьких детей часто улучшается, если им даются инструкции следовать стратегии вербального повторения, хотя очень маленькие дети просто не в состоянии следовать такой стратегии.

В главе 7 подчеркивалась важность усложненных стратегий для достижения хорошего результата при запоминании. Разработка такой стратегии оказывается намного более эффективной, чем механическое повторение, особенно по отношению к длительному запоминанию. Также создается впечатление, что существуют тенденции к улучшению результатов при использовании усложненных стратегий кодирования. Например, Парис и Линдауэр (Paris & Lindauer, 1976) рассматривали усложнения, используемые детьми для соотнесения двух парно ассоциированных существительных, таких как *lady* («леди») и *broom* («метла»). Старшие

дети с большей вероятностью образовывали интерактивные предложения вроде *The lady flew on the broom* («Леди летела на метле»), чем статические предложения, такие как *The lady had a broom* («У леди есть метла»). Такие интерактивные предложения ведут к лучшим результатам при запоминании. Маленькие дети также хуже справляются с выводом умозаключений, которые улучшают память на истории (Stein & Trabasso, 1981).

Маленькие дети часто хуже справляются с задачами, чем старшие, потому что обладают меньшим количеством важных знаний и худшими стратегиями.

Когнитивные процессы и старение

Изменения в когнитивной сфере не прекращаются, когда мы достигаем зрелости. По мере того как мы становимся старше, мы продолжаем многое узнавать, но когнитивные способности человека не увеличиваются с возрастом постоянно, как можно было бы ожидать, если бы интеллект зависел только от количества знаний. На рис. 13.9 приведены данные по двум компонентам теста интеллекта *WAIS-R*, полученные Солтхаузом (Salthouse, 1992). Один из компонентов подразумевает вербальный интеллект, который включает в себя такие элементы, как словарный запас и понимание языка. Вы видите, что этот компонент поддерживается с течением времени на более-менее постоянном уровне. С другой стороны, имеется впечатляющее снижение невербального интеллекта, который связан с такими способностями, как рассуждение и решение проблем.

В основных измерениях когнитивной способности очень просто преувеличить важность этих спадов. Такие тесты обычно проводятся с высокой скоростью, а пожилые люди лучше справляются с более медленными тестами. Также такие тесты имеют тенденцию быть похожими на школьные, и молодежь имеет более

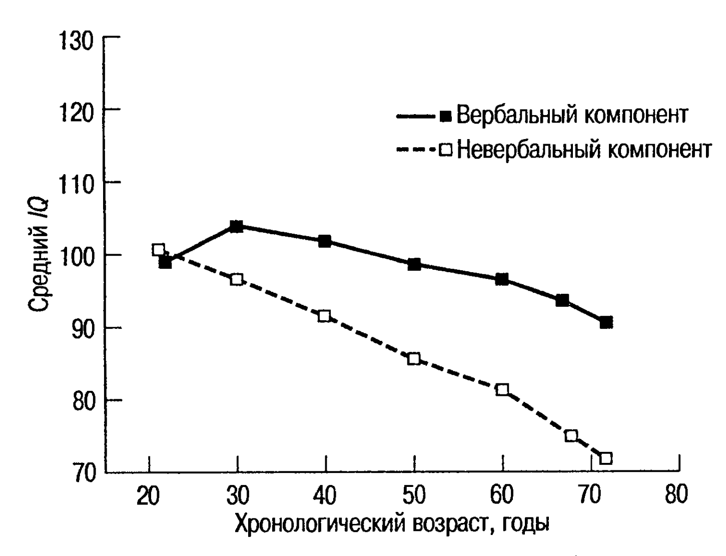


Рис. 13.9. Средние вербальный и невербальный *IQ*, полученные на выборке стандартизации *WAIS-R*, как функция возраста (Salthouse, 1992. Воспроизведено с разрешения *LEA, Inc.*)

свежий опыт общения с ними. Когда это касается поведения, имеющего отношение к работе, обнаруживается, что более зрелые взрослые часто справляются с проблемами лучше, чем молодые (Perlmutter, Kaplan, & Nyquist, 1990), что отражает как большее количество накопленных знаний, так и более зрелый подход к требованиям работы.

Существует значительное возрастное снижение функции мозга. Клетки мозга постепенно погибают. Некоторые его области особенно восприимчивы к гибели клеток. Гиппокамп, который, как мы показали в главе 7, особенно важен для памяти, теряет около 5% своих клеток каждые 10 лет (Selkoe, 1992). Другие клетки хотя, может быть, и не умирают, уменьшаются в размерах и атрофируются. С другой стороны, имеются подтверждения компенсаторного роста. Остающиеся клетки гиппокампа увеличиваются, компенсируя смерть от возраста своих соседей. В дополнение к этим постепенным потерям, взрослые могут страдать от различных заболеваний мозга. Наиболее частым из них является болезнь Альцгеймера, сопряженная со значительным нарушением функции мозга.

Кажется, что, в то время как мы становимся старше, происходит состязание между ростом знаний и потерей нервных функций. Интересно, что люди различных профессий (художники, ученые, философы) имеют тенденцию создавать свои лучшие работы в возрасте между 30 и 40 годами. На рис. 13.10 приведены некоторые интересные данные Лехмана (Lehman, 1953). Он изучил работы 182 известных философов, которые в общей сложности написали 1785 книг. На рисунке приведен график вероятности признания книги лучшей книгой данного философа как функции возраста, в котором эта книга была написана. Эти философы оставались плодовитыми, публикуя многие книги на седьмом десятке лет. Но, как показано на рис. 13.10, книга, написанная в этом возрасте, с малой вероятностью считается

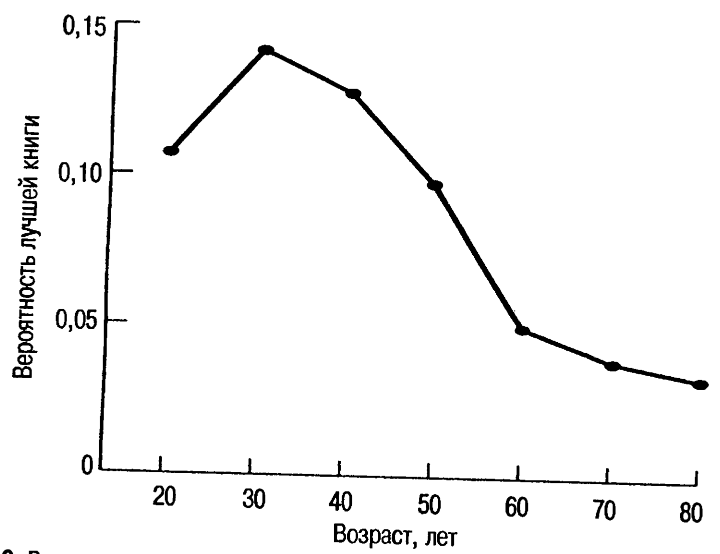


Рис. 13.10. Вероятность того, что конкретная книга станет лучшей книгой философа, как функция возраста, в котором она написана (адаптировано из: Lehman, 1953).

Q и R действуют противоположно
Если Q увеличится, что случится с R?

D и E действуют противоположно
C и D действуют одинаково
Если C увеличится, что случится с E?

R и S действуют одинаково
Q и R действуют противоположно
S и T действуют противоположно
Если Q увеличится, что случится с T?

U и V действуют противоположно
W и X действуют одинаково
T и U действуют одинаково
V и W действуют противоположно
Если T увеличится, что случится с X?

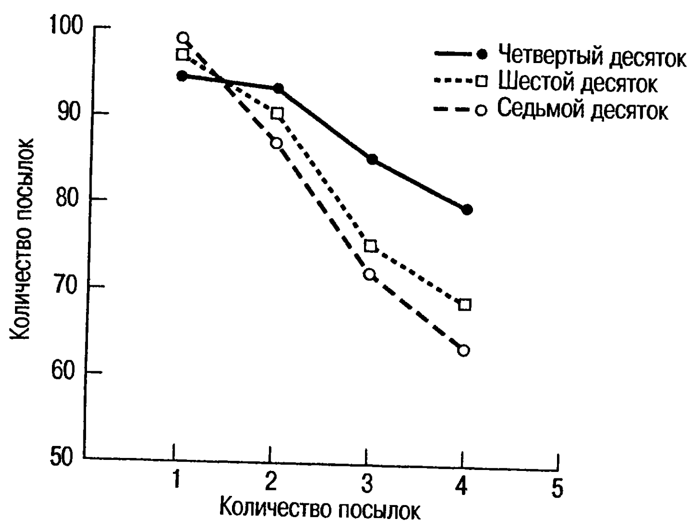


Рис. 13.11. Примеры задач на умозаключение, которые предположительно различаются по требованиям к рабочей памяти (вверху), и средний результат взрослых на третьем, шестом и седьмом десятке лет жизни для каждого типа задач (внизу)

лучшей книгой философа.[1] Лехман приводит данные из большого количества областей, которые согласуются с гипотезой о том, что четвертый десяток лет жизни имеет тенденцию быть временем максимума интеллектуальных достижений. Но, как показано на рис. 13.10, относительно высокая интеллектуальная продуктивность часто сохраняется на пятом и шестом десятилетиях жизни.

Очевидность возрастной корреляции между функциями мозга и эффективностью в когнитивной сфере показывает, что существует влияние биологии на ин-

[1] Важно отметить, что этот график показывает вероятность конкретной книги быть признанной лучшей, а не отражает количество книг, написанных за данное десятилетие.

теллект которое иногда может быть важнее количества имеющихся знаний. Солтхауз (Salthouse, 1992) утверждает, что, говоря в терминах обработки информации, люди с возрастом теряют способность удерживать информацию в рабочей памяти. Он сравнивает решение проблем, связанных с умозаключениями, у испытуемых разного возраста (рис. 13.11). Эти проблемы различаются по количеству посылок, которые необходимы, чтобы прийти к конкретному решению. На рис. 13.11 показано, насколько успешно люди разного возраста справляются с этими задачами. Как можно увидеть, способность людей решать данные проблемы в целом уменьшается с возрастанием количества посылок, которые нужно принять во внимание. Но это ухудшение намного сильнее у пожилых людей. Солтхауз утверждает, что это происходит из-за того, что пожилые люди медленнее обрабатывают информацию, чем молодые, и это ухудшает их способность удерживать информацию в рабочей памяти.

Возрастное снижение уровня обработки информации иногда компенсируется увеличением знаний и большей зрелостью.

Выводы

Итак, возрастные данные не позволяют однозначно разрешить проблему «природа или воспитание». Человеческий мозг, вероятно, находится в физическом расцвете в 20 с небольшим лет, и имеется тенденция, что умственные способности соответствуют функционированию мозга. Эта связь кажется особенно сильной в раннем детстве. Но мы видели подтверждения того, что практика может нивелировать возрастные различия в скорости (рис. 13.7) и что знание может быть более важным фактором, чем возраст (рис. 13.8 и табл. 13.1). Также оказывается, что пик интеллектуальной производительности наблюдается после 30 лет (рис. 13.10), что отражает необходимость накопления знаний. Как показано в главе 9, по-настоящему незаурядные результаты в какой-либо области требуют как минимум 10 лет опыта работы в этой области.

Психометрические исследования когнитивной сферы

От рассмотрения возрастных изменений в когнитивной сфере мы перейдем к анализу индивидуальных различий в когнитивной сфере в рамках одной возрастной группы. Все эти исследования в основном имеют схожий характер. Они подразумевают сбор результатов, показанных различными людьми при выполнении некоторого количества заданий, и последующее рассмотрение корреляции этих результатов в различных тестах. Такие тесты называют *психометрическими тестами*. Эти исследования ясно показали, что не существует единого измерения «интеллекта», по которому различаются люди, но индивидуальные различия в познании намного более сложны. Мы начнем наше обсуждение этих исследований с работы, касающейся тестов интеллекта.

Тесты интеллекта

Тестирование интеллекта имеет намного более длительную историю, чем когнитивная психология. В 1904 г. в Париже министр общественного образования создал комиссию, в чьи задачи входило определение отстающих детей, нуждающих-

ся в специальном образовании. Альфред Бине начал разрабатывать тест, который должен был объективно определять учащихся, испытывающих умственные трудности. В 1916 г. Терман адаптировал тест Бине для использования с американскими учащимися. Его попытки привели к разработке теста Стэнфорд—Бине, который в настоящее время является одним из главных тестов общего интеллекта в США (Terman & Merrill, 1973). Другой важный тест интеллекта, используемый в США, — это тест Векслера, в котором есть отдельные шкалы для взрослых и для детей. Эти тесты включают измерение цифровых интервалов, словарного запаса, умозаключений по аналогии, пространственного мышления и арифметических способностей. Типичный вопрос для взрослых из теста Стэнфорд—Бине: «Лицом к какой стороне света вам следует стать, чтобы ваша правая рука была направлена к северу?» Большое количество усилий было приложено, чтобы выбрать тестовые задания, которые предсказывали бы успешность обучения.

Результаты обоих этих тестов выражаются в величинах, которые называются *коэффициентами интеллекта* (*IQ*). Первоначально определение *IQ* подразумевало соотнесение интеллектуального и хронологического возраста. Тест устанавливает интеллектуальный возраст человека. Если ребенок может решить те задачи теста, которые решает средний восьмилетний ребенок, это значит, что его интеллектуальный возраст — 8 лет, независимо от хронологического возраста. *IQ* определяется как отношение интеллектуального возраста к хронологическому, умноженное на 100, или:

$$IQ = 100 \times \text{ИВ}/\text{ХВ},$$

где ИВ — интеллектуальный возраст, а ХВ — хронологический возраст. Таким образом, если интеллектуальный возраст ребенка — 8 лет, а хронологический — 6 лет, то его *IQ* будет равен $100 \times 8/6 = 133$.

Это определение *IQ* оказалось неприемлемым по ряду причин. Его нельзя распространить на измерение интеллекта взрослых, так как результаты, показываемые в тестах интеллекта, начинают выравниваться в позднем подростковом возрасте и снижаться в более поздние годы. Чтобы справиться с этими трудностями, общепринятый способ определения *IQ* сейчас выражается в терминах так называемых оценок отклонения. «Сырые» оценки, полученные у данного человека, вычитаются из средних оценок его возрастной группы и затем эта разница преобразуется в единицы, которые колеблются около 100, приблизительно так же, как и прежние оценки *IQ*. Точное определение выражается так:

$$IQ = 100 + 1{,}5 \times \frac{(\text{оценки} - \text{среднее})}{\text{стандартное отклонение}},$$

где стандартное отклонение — мера вариабельности результата. *IQ*, измеренные таким образом, имеют тенденцию распределяться в соответствии с нормальным законом. На рис. 13.12 показано такое нормальное распределение пунктов интеллекта и процентное соотношение людей, чей результат попадает в различные интервалы.

В то время как тест Стэнфорд—Бине и тест Векслера оценивают общий интеллект, существует множество других тестов, отдельные из которых были разработаны для оценки специальных способностей, таких как пространственное мыш-

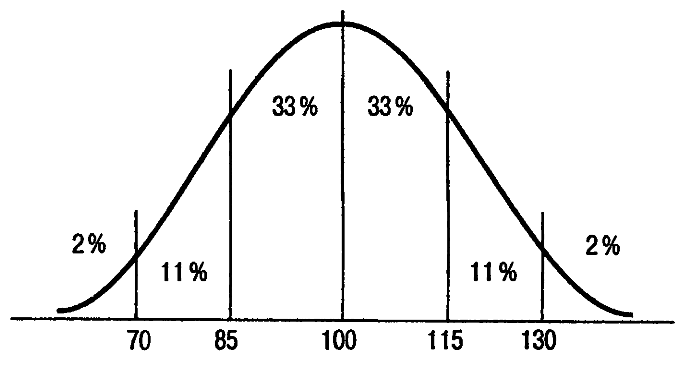


Рис. 13.12. Нормальное распределение показателей *IQ*

ление. Эти тесты обязаны своим продолжающимся использованием в нашем обществе тому факту, что они с некоторой точностью предсказывают успеваемость в школе, что было одной из первоначальных целей Бине. Существуют, однако, значительные разногласия по поводу их использования с этой целью. В частности, из-за того, что эти тесты могут использоваться для определения способностей к обучению, имеется большое беспокойство о том, что их следует составлять таким образом, чтобы избежать предвзятости по отношению к определенным культурным группам. Иммигранты в Америке часто показывают плохие результаты в тестах интеллекта из-за культурной предвзятости этих тестов. Например, иммигранты из Италии менее чем столетие назад набирали в среднем 87 пунктов в тестах *IQ* (Sarason & Doris, 1979), в то время как сегодня их потомки имеют *IQ* немного выше среднего (Ceci, 1991).

Само понятие интеллекта зависит от культуры. То, что в одной культуре считается разумным, в другой рассматривается совсем иначе. Например, африканский народ кпелле считает способ, которым западные люди делят предметы на категории (основа некоторых вопросов в тестах интеллекта), глупым (Cole, Gay, Click, & Sharp, 1971). Стернберг (личный контакт) отмечает, что в некоторых культурах даже нет слова для обозначения интеллекта. Тем не менее тесты интеллекта предсказывают успеваемость в наших (западных) школах. Очень тонкий вопрос заключается в том, когда они действительно помогают при приеме учащихся в школы и когда они просто навязывают произвольное мнение о том, что считать ценным в нашей культуре.

С вопросом о законности тестов интеллекта связан вопрос о том, отражают ли эти тесты врожденный дар или приобретенную способность (снова проблема «природа и воспитание»). Потенциально решающие данные, по-видимому, получены в исследованиях однояйцевых близнецов, воспитываемых раздельно. Обычно эти случаи подразумевают близнецов, усыновленных в различные семьи, они имеют идентичные генетические свойства, но разный опыт общения с окружающей средой. Исследования этой темы противоречивы (Kamin, 1974), но их анализ (Bouchard, 1983; Bouchard & McGue, 1981) показывает, что однояйцевые близнецы, растущие раздельно, имеют *IQ* намного более схожие, чем двуяйцевые близнецы, растущие в одной семье. Это определенно выглядит подтверждением суще-

ствования значительного врожденного компонента *IQ*. Было бы ошибкой обобщать это положение и делать вывод, что интеллект в основном является врожденным свойством. Интеллект и *IQ* не стоит отождествлять никоим образом. Из-за своих целей тесты интеллекта должны осуществлять успешные предсказания в различных условиях, особенно в условиях учебы. Это значит, что они не должны принимать в расчет влияние на интеллект специфического опыта. Мы отмечали в главе 9, например, что шахматные гроссмейстеры не имеют особенно высокого *IQ*. Это больше характеризует тесты *IQ*, а не гроссмейстеров. Если бы *IQ*-тест фокусировался на шахматном опыте, он в целом имел бы небольшой успех в предсказании успеха в учебе. Таким образом, тесты интеллекта пытаются измерять «сырые» способности и общие знания, которых резонно ожидать от каждого в данной культуре. Однако, как мы видели в главе 9, мастерство в какой-либо специфической области зависит от знания и опыта, которые не являются широко распространенными в культуре.

Другое интересное подтверждение отсутствия корреляции между мастерством и *IQ* было представлено Сеси и Лайкером (Ceci & Liker, 1986). Эти ученые изучали результаты, показываемые жокеями, фанатичными приверженцами скачек, в гандикапах. Они обнаружили, что этот навык связан с развитием сложной интерактивной модели скачек, но не нашли взаимосвязи между ним и *IQ*.

В то время как специфический опыт, несомненно, важен для успеха в данной области, поразительный факт заключается в том, что тесты интеллекта способны предсказать успех в определенных занятиях. Они с определенной точностью предсказывают как результативность в школе, так и общий успех в жизни (по крайней мере, в западных обществах). Что можно сказать об умственных способностях, которые измеряют эти тесты? Большое количество теоретических работ в этой области связаны с попыткой ответить на этот вопрос. Чтобы понять, как рассматривается этот вопрос, нужно немного знать о главном методе в этой области — факторном анализе.

Стандартные тесты интеллекта измеряют общие факторы, предсказывающие успех в школе.

Факторный анализ

Тесты общего интеллекта содержат некоторое количество субтестов, измеряющих отдельные способности. Как уже отмечалось, имеется много специализированных тестов для измерения конкретных способностей. Главное наблюдение состоит в том, что люди, хорошо справляющиеся с одним тестом или субтестом, обычно хорошо справляются с другим тестом или субтестом. Степень, в которой сопоставимы результаты двух субтестов, измеряется коэффициентом корреляции. Если все люди, показавшие хороший результат в одном тесте, показывают такой же хороший результат и в другом, корреляция между двумя тестами равна 1. Если все люди, справившиеся хорошо с одним тестом, показывают столь же плохой результат в другом тесте, коэффициент корреляции равен –1. Если связи между результатами людей в одном тесте и другом нет, коэффициент корреляции равен 0. Обычно корреляции между тестами положительны, но не равны 1, что указывает на «меньше чем полную» связь между результатами в двух тестах.

Примером этого является исследование Ханта (Hunt, 1985), в котором он рассматривал отношения между семью тестами, описанными в табл. 13.2, где показаны корреляции между результатами этих семи тестов. Как можно увидеть, некоторые пары тестов коррелируют больше, чем другие. Например, наблюдается относительно высокая корреляция (0,67) между пониманием прочитанного и словарным запасом, но относительно низкая (0,14) между пониманием прочитанного и пространственным мышлением. *Факторный анализ* представляет собой попытку придать смысл этим паттернам корреляции. Основная идея заключается в попытке поместить эти тесты в некоторое пространство так, чтобы расстояние между тестами отражало корреляцию. Объекты, расположенные рядом, имеют высокую корреляцию, таким образом, они оценивают схожие свойства. На рис. 13.13 показана попытка расположить тесты из табл. 13.2 в двухмерном пространстве. Читатель может убедиться, что чем ближе друг к другу находятся объекты в этом пространстве, тем большую корреляцию они имеют в табл. 13.3.

Таблица 13.2

Описание некоторых тестов Вашингтонской тестовой батареи для поступающих в колледж

Название теста	Описание
1. Понимание прочитанного	Ответить на вопросы к параграфу
2. Словарный запас	Подобрать синонимы к слову
3. Грамматика	Определить правильное и неправильное использование слова
4. Навыки количественной оценки	Прочитать словесно сформулированные проблемы и оценить, можно ли их решить
5. Умозаключения в области механики	Исследовать диаграмму и ответить на вопросы о ней; требуется знание начал физики и механики
6. Пространственное мышление	Определить, как будут выглядеть плоские фигуры, если их сложить в трехмерном пространстве
7. Математические операции	Тест на знание алгебры в пределах средней школы

Источник: Hunt, 1985.

Интересный вопрос заключается в том, как придать смысл этому пространству. Продвигаясь снизу вверх, тесты все больше становятся связанными с символами и лингвистикой. Можно назвать это измерение лингвистическим фактором. Можно также утверждать, что на пути слева направо тесты становятся более вычислительными по характеру. Мы можем рассматривать этот фактор как связанный с рассуждением. Высокие корреляции теперь выражаются в терминах похожих оценок, полученных учащимися в контексте этих факторов. Таким образом, имеется высокая корреляция между навыками количественной оценки и математическими навыками, потому что и те и другие подразумевают средний уровень исполь-

зования лингвистики и требуют основательного рассуждения. Люди с высокими способностями к рассуждению и не очень низкой вербальной способностью будут показывать хорошие результаты в этих тестах.

Таблица 13.3

Корреляции между результатами тестов, приведенных в табл. 13.2

Номер теста	1	2	3	4	5	6	7
1	1,00	0,67	0,63	0,40	0,33	0,14	0,34
2		1,00	0,59	0,29	0,46	0,19	0,31
3			1,00	0,41	0,34	0,20	0,46
4				1,00	0,39	0,46	0,62
5					1,00	0,47	0,39
6						1,00	0,46
7							1,00

Источник: Hunt, 1985.

Факторный анализ, по существу, представляет собой попытку перейти от набора корреляций вроде тех, что приведены в табл. 13.3, к небольшому набору факторов, объясняющих эти корреляции. К сожалению, имеются значительные разногласия в вопросе о том, что представляют собой эти основные факторы. Возможно, вы можете заметить другие способы объяснения корреляций из табл. 13.3. Например, можно утверждать, что существует лингвистический фактор, связывающий тесты 1, 2 и 3, фактор рассуждения, связывающий тесты 4, 5 и 7, и отдель-

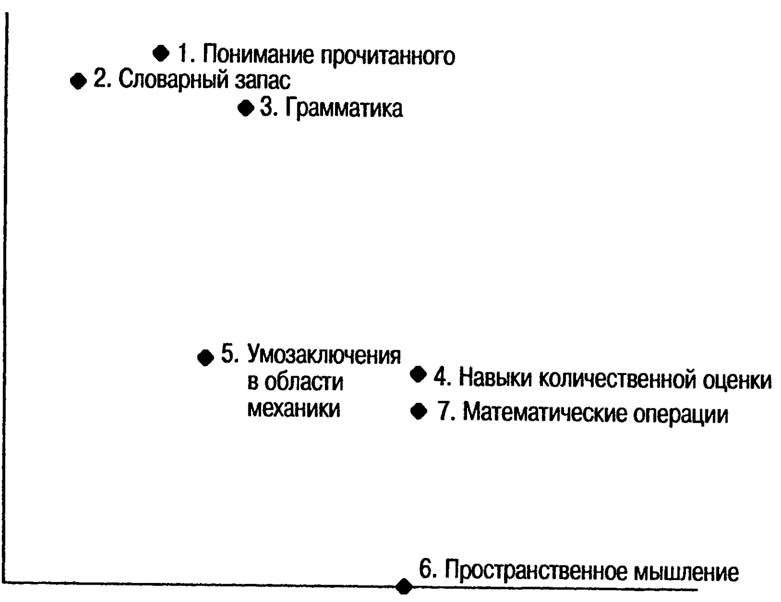


Рис. 13.13. Репрезентация тестов, приведенных в табл. 13.2, в двухмерном пространстве. Расстояние между точками уменьшается при увеличении корреляции, взятой из табл. 13.3

ный пространственный фактор для теста 6. В самом деле, мы увидим, что существует много предложений по введению отдельных лингвистических, пространственных факторов и фактора рассуждения, хотя, как показывают данные в табл. 13.3, немного сложно разделить фактор рассуждения и пространственный фактор.

Сложность интерпретации таких данных отражается в большом разнообразии позиций по отношению к тому, что представляют собой факторы, лежащие в основе человеческого интеллекта. Спирмен (Spearman, 1904) утверждал, что существует только один общий фактор, определяющий результаты во всех тестах. Он называл его фактором *g*. В противоположность этому мнению, Терстоун (Thurstone, 1938) настаивал на существовании большого количества отдельных факторов, включающих вербальные, пространственные факторы и фактор рассуждения, которые мы упоминали выше. Гилфорд (Guilford, 1982) предлагал не менее 120 различных интеллектуальных способностей. Кеттелл (Cattell, 1963) проводил различие между изменчивым и кристаллизованным интеллектом, при этом под *кристаллизованным интеллектом* понималась сумма приобретенных знаний, а под *изменчивым интеллектом* — способность размышлять или решать проблемы в незнакомых областях. (На рис. 13.9 возрастное угасание касается именно изменчивого, а не кристаллизованного интеллекта.) Хорн (Horn, 1968), развивая теорию Кеттелла, утверждал, что существует пространственный интеллект, который можно отделить от изменчивого интеллекта. Таблица 13.3 может быть интерпретирована в терминах теории Хорна—Кеттелла, при этом кристаллизованный интеллект отображается в лингвистический фактор (тесты 1, 2 и 3), изменчивый интеллект — в фактор рассуждения (тесты 4, 5 и 7), а пространственный интеллект — в пространственный фактор (тест 6). Изменчивый интеллект имеет тенденцию проявляться только в математических тестах, но, возможно, это лучше называть способностью к рассуждению, а не математической способностью самой по себе. Как мы отмечали в связи с рис. 13.13, и это верно в целом, имеется некоторая сложность при разделении изменчивого и пространственного интеллекта в исследованиях с применением факторного анализа, но все же такое разделение возможно (Horn & Stankov, 1982).

Трудно выйти из этого спора с какими-нибудь твердыми выводами, но ясно, что фактически существует некоторая дифференциация человеческого интеллекта в той его форме, в какой он предстает во время тестов. Наверное, лучший вариант анализа предлагает теория Хорна—Кеттелла или теория Терстоуна, где выделяется то, что мы называем вербальным фактором, пространственным фактором и фактором рассуждения. В оставшейся части этой главы представлены дополнительные доказательства в пользу разделения человеческого интеллекта на различные способности. Это важный вывод, так как он показывает, что существует некоторая специализация в когнитивных функциях человека.

В результате обзора фактически всех наборов данных Кэрролл (Carroll, 1993) предложил теорию, которая сочетает в себе взгляды Хорна—Кеттелла и Терстоуна. Он предложил так называемую теорию трех уровней. На нижнем уровне находятся очень специфические способности, такие как способность к физике. Кэрролл считает, что такие способности в основном не наследуются. На следующем

уровне располагаются более широкие способности, такие как вербальный фактор (или кристаллизованный интеллект), фактор рассуждения (или изменчивый интеллект) и пространственный фактор. В конечном счете Кэрролл отмечает, что эти факторы имеют тенденцию к корреляции между собой и на верхнем уровне определяют что-то подобное терстоуновскому *g*-фактору.

В последние несколько десятилетий наблюдается значительный интерес к тому, каким образом эти измерения индивидуальных различий связаны с различными теориями обработки информации в когнитивной психологии. Например, как испытуемые с высокой пространственной способностью отличаются от испытуемых с низкой пространственной способностью в терминах процессов, участвующих в решении задач на пространственные образы, которые описаны в главе 4? Создатели тестов интеллекта склонны игнорировать такие вопросы, потому что их главная цель заключается в предсказании академической успеваемости. Мы рассмотрим некоторые исследования обработки информации, в которых ученые пытаются понять фактор рассуждения, вербальный и пространственный факторы.

Методы факторного анализа определяют, что в основе результатов выполнения различных тестов интеллекта лежат способность к рассуждению, вербальная способность и пространственная способность.

Способность к рассуждению

Типичные тесты, используемые для оценки рассуждения, включают математические задачи, задачи на проведение аналогий, задачи на экстраполяцию последовательностей, дедуктивные силлогизмы и задания на решение проблем. Это те типы заданий, которые мы рассматривали более детально в главах с 8-й по 10-ю. В контексте этой книги такие способности, возможно, лучше называть способностями к решению проблем. Большинство исследований с применением психометрических тестов фокусируется только на том, дает ли человек правильный или неправильный ответ. В противоположность этому, анализ обработки информации пытается изучить шаги, при помощи которых человек находит ответ на вопрос, и время, необходимое для осуществления каждого шага.

Исследование Стернберга (Sternberg, 1977; Sternberg & Gardner, 1983) представляет собой попытку соединить традицию психометрических исследований и традицию обработки информации. Он анализировал, как люди решают самые разнообразные проблемы, требующие рассуждения. На рис. 13.14 показана одна из его задач на проведение аналогий. Испытуемых просили разрешить аналогию: «*A* относится к *B* как *C* относится к D_1 или к D_2?». Стернберг разделил процесс проведения таких аналогий на несколько стадий. Две важнейшие стадии в его анализе назывались рассуждением и сравнением. Рассуждение подразумевало нахождение всех свойств, отличающих *A* от *B* и применение их к *C*. Так, *A* и *B* на рисунке отличаются изменением одежды с пятнистой на полосатую. Поэтому человек прогнозирует, что пятнистый *C* изменится на полосатый *D*. Сравнение предполагает сопоставление прогнозируемого *D* с D_1 и D_2. Сравнивается каждое свойство, пока не будет найдено то, которое позволяет сделать выбор. Так, испытуемый может сначала проверить, есть ли зонтики у D_1 и у D_2 (да, есть), затем — есть ли у обоих из них полосатая одежда (да, есть) и, наконец, у обоих ли темная шляпа (нет, толь-

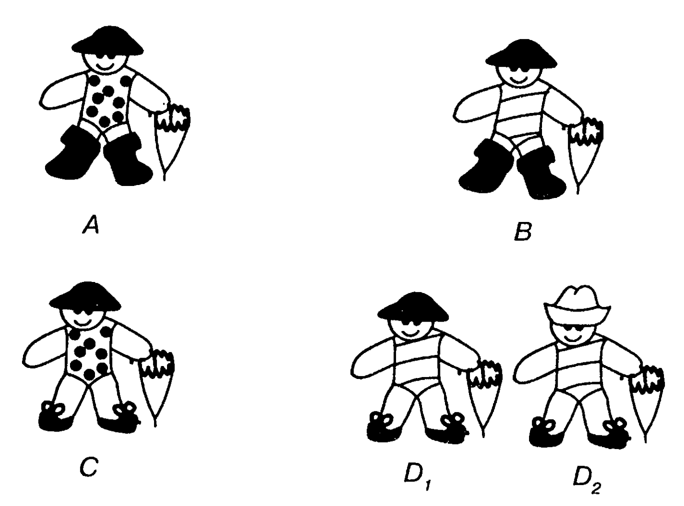


Рис. 13.14. Пример задачи на аналогию, использовавшейся Стернбергом и Гарднером (Sternberg & Gardner, 1983). (©1983 *APA*. Адаптировано с разрешения)

ко у D_1). Свойство «темной шляпы» позволит испытуемым отбросить D_2 и принять D_1.

Стернберга интересовало время, требующееся испытуемым для таких оценок. Он предполагал, что на каждое свойство, отличающее *A* от *B*, потребуется дополнительное количество времени, потому что это свойство должно изменяться, чтобы из *C* получить *D*. Стернберг и Гарднер (Sternberg & Gardner, 1983) оценивали его как равное примерно 0,28 с для каждого такого свойства. Это *параметр рассуждения*. Они также установили, что время на сравнение предсказанного свойства *D* со свойствами D_1 и D_2 равняется 0,60 с. Это *параметр сравнения*. Значения 0,28 и 0,60 являются средними значениями; реальное время рассуждения и оценки различно у каждого испытуемого. Стернберг и Гарднер исследовали корреляции между значениями этих параметров у конкретных испытуемых и психометрическими измерениями способностей испытуемых к рассуждению. Они обнаружили корреляцию 0,79 между параметром рассуждения и психометрической оценкой рассуждения и корреляцию 0,75 между параметром оценки и его психометрической оценкой. Это значит, что испытуемые, слабые в рассуждении или сравнении, плохо справляются с аналогичными психометрическими тестами. Таким образом, эти ученые смогли показать, что показатели скорости, полученные в результате анализа обработки информации, критичны для психометрических измерений интеллекта.

Испытуемые, имеющие высокие результаты по тестам на способность к рассуждению, могут проходить отдельные этапы рассуждения более быстро.

Вербальная способность

Наверное, наиболее тяжело извлечь из тестов интеллекта вербальный фактор. Исследователей всегда интересовало то, какие процессы отличают людей с высокими вербальными способностями. Голдберг, Шварц и Стюарт (Goldberg, Schwartz,

& Stewart, 1977) сравнивали людей с высокой и низкой вербальной способностями в связи с тем, как они делают различные словесные оценки. Один из видов таких оценок касается того, идентичны ли пары слов. Испытуемые должны ответить утвердительно в случае пары вроде:

- bear, bear.

Других испытуемых просили оценить, похоже ли звучание двух слов. Таким образом, они должны были бы ответить утвердительно в следующем случае:

- bare, bear.

Третью группу испытуемых просили оценить, принадлежат ли два слова одной категории. Так, они должны были сказать «да», встретив такую пару:

- lion, bear.

На рис. 13.15 показана разница между испытуемыми с высокой и низкой вербальной способностью, выраженная во времени, требуемом для осуществления этих трех видов оценок. Как можно увидеть, испытуемые с высоким уровнем вербальной способности имели небольшое преимущество в оценках идентичности, но показывали намного лучшие результаты в тестах на сходство звучания и значе-

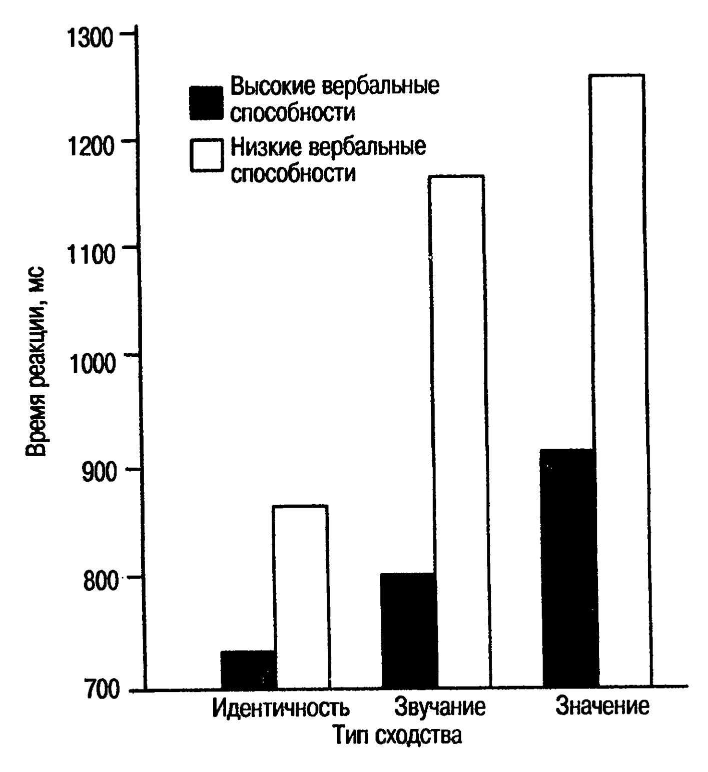


Рис. 13.15. Время реакции при оценке сходства пар слов испытуемыми с высокими и низкими вербальными способностями и три типа сходства (Goldberg, Schwartz, & Stewart, 1977)

ния. Это и другие исследования (Hunt, Davidson, & Lansman, 1981) убедили ученых в том, что главное преимущество испытуемых с высокой вербальной способностью состоит в скорости, с которой они переходят от лингвистического стимула к информации о нем. В случае приведенного исследования испытуемые переходили от слова, воспринимаемого зрением, к информации о его звучании и значении. Таким образом, как и в случае исследования Стернберга, приведенного в предыдущем разделе, скорость обработки связана с интеллектуальными способностями.

Также существуют доказательства довольно сильной связи между объемом рабочей памяти для лингвистического материала и вербальной способностью. Дейнман и Карпентер (Daneman & Carpenter, 1980) разработали следующий тест индивидуальных различий в объеме рабочей памяти. Испытуемые должны были прочитать или услышать несколько несвязанных предложений, например:

- *When at last his eyes opened, there was no gleam of triumph, no shade of anger.* (Когда, наконец, его глаза открылись, не было ни блеска триумфа, ни тени гнева.)
- *The taxi turned up Michigan Avenue where they had a clear view of the lake.* (Такси повернуло на Мичиган-авеню, откуда было хорошо видно озеро.)

После прочтения или прослушивания таких предложений испытуемые должны были вспомнить последнее слово каждого предложения. Им предъявляли наборы от 2 до 7 подобных предложений. Наибольшее количество предложений в наборе, для которых они могли вспомнить последние слова, определялось как интервал чтения или интервал слушания. Эти интервалы студентов колледжей попадали в пределы от 2 до 5,5. Выяснилось, что интервалы чтения и слушания связаны намного сильнее, чем измерения цифрового интервала. Дейнман и Карпентер утверждают, что бóльшие интервалы чтения и слушания указывают на способность удерживать в памяти большее количество текста во время его понимания. Модель Кинча и ван Дийка, описанная в главе 12, показывает, каким образом удерживание большего количества текста в рабочей памяти может улучшать его понимание.

Люди с высокой вербальной способностью могут быстрее вспоминать значения слов, а также обладают большей рабочей памятью для вербальной информации.

Пространственная способность

Также осуществлялись попытки соотнесения развития пространственной способности с исследованием мысленного вращения, такого как описанное в главе 4. Джаст и Карпентер (Just & Carpenter, 1985) сравнивали испытуемых с низкой и высокой пространственной способностью при выполнении задач на мысленное вращение Шепарда и Метцлера (см. рис. 4.4). На рис. 13.16 изображен график скорости, с которой эти два типа испытуемых могли вращать фигуры с различным углом несоответствия. Как можно заметить, испытуемые с низкой пространственной способностью не только выполняли задание более медленно, но также показывали более сильную зависимость от угла несоответствия. Это означает, что скорость мысленного вращения ниже у испытуемых с низкой пространственной способностью.

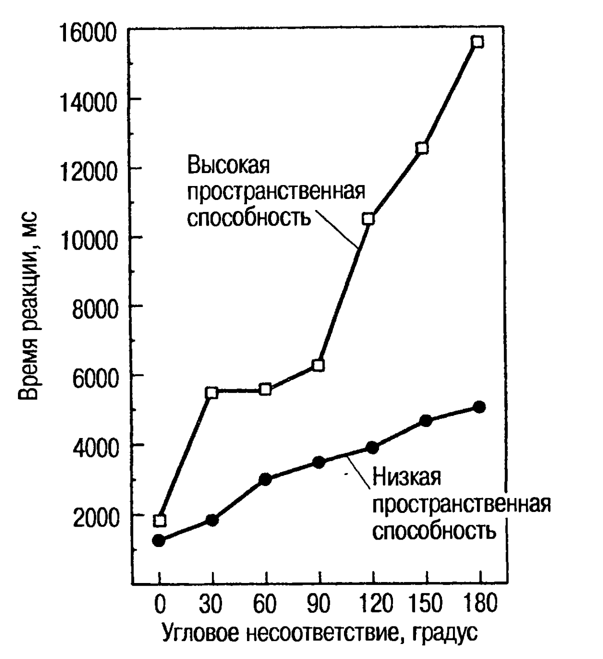


Рис. 13.16. Среднее время определения того, что два объекта имеют одинаковую трехмерную форму, как функция углового различия в их ориентации на изображении. Различные графики функций построены для испытуемых с высокой и низкой пространственными способностями (Just & Carpenter, 1985. © 1985 *APA*. Адаптировано с разрешения)

Пространственная способность часто противопоставляется вербальной. Хотя некоторые люди оцениваются по обоим показателям высоко или, наоборот, низко, интерес часто прикован к людям, которые показывают относительный дисбаланс способностей. Мак-Леод, Хант и Мэттьюс (MacLeod, Hunt & Matthews, 1978) нашли подтверждение тому, что приведенные выше типы людей решают когнитивные задания по-разному. Эти ученые исследовали результаты, получаемые в задаче верификации предложений Кларка и Чейза, которую мы рассматривали в главе 12. Вспомним, что в этом задании испытуемым предъявляют высказывания вроде *Плюс над звездой* и *Звезда не над плюсом* и просят их определить, правильно или неправильно эти высказывания описывают картинку.

Маклеод с коллегами, однако, предполагали, что на самом деле имелись две группы испытуемых: те, которые сравнивали с картинкой репрезентацию высказывания, и те, которые сначала преобразовывали высказывание в образ картинки и сравнивали его с картинкой. Ученые предположили, что у представителей первой группы более развита вербальная способность, а у членов второй группы более развита пространственная способность. Они действительно обнаружили две группы испытуемых. На рис. 13.17 показано время оценки в этих двух группах как функция того, было ли высказывание верным или неверным, и того, включало ли оно отрицание. Как можно увидеть, в одной группе испытуемых не отмечалось влияния отрицания, в то время как в другой оно было весьма существенным.

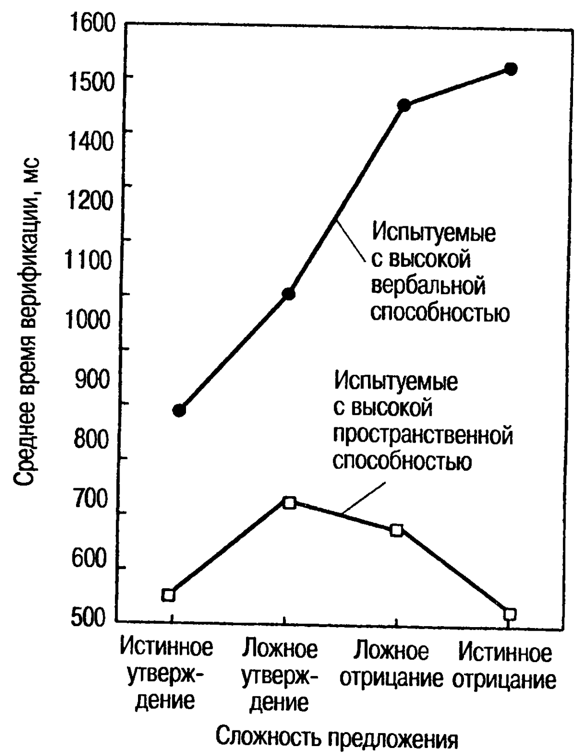


Рис. 13.17. Среднее время оценки высказывания как функция типа высказывания для испытуемых с высокой вербальной способностью и испытуемых с высокой пространственной способностью (MacLeod, Hunt, & Mathews, 1978)

В группе испытуемых, не обнаружившей влияния отрицания, были отмечены лучшие результаты в тестах пространственной способности. Представители этой группы сравнивали образ, сформированный на основе высказывания, с картинкой. Такой образ не может иметь в себе отрицания.

Люди с высокой пространственной способностью могут очень быстро выполнять элементарные пространственные операции и часто выбирают пространственный метод решения задачи, а не вербальный.

Выводы из исследований обработки информации

Один из важных результатов исследований, касающихся психометрических измерений выполнения когнитивных задач, заключается в выделении различий между вербальной и пространственной способностями. Вспомните из главы 4, что существуют также значительные непсихометрические подтверждения этого разделения. Второй результат этих исследований указывает на то, что различия в способности (рассуждения, лингвистической или пространственной) могут быть вызваны различиями в скорости обработки и объеме рабочей памяти. Некоторые ученые (Salthouse, 1992; Just & Carpenter, 1992) утверждают, что различия рабочей памяти могут быть следствием различий в скорости обработки, поскольку

люди могут удерживать больше информации в рабочей памяти, если обрабатывают ее более быстро.

В этом контексте представляет интерес исследование нервных коррелятов индивидуальных различий (Haier, Siegel, Nuechterlein, Hazlett, Wu, Paek, Browning, & Buchsbaum, 1988). Эти ученые изучали записи ПЭТ (см. главу 1) во время выполнения абстрактного задания на рассуждение. Они обнаружили, что испытуемые с лучшими показателями обнаруживали меньшую ПЭТ активность. Это наводит на мысль, что испытуемым с худшими результатами труднее выполнять то же самое задание. Как обработка информации указывает на ее скорость, так и эти данные предполагают, что различия в интеллекте могут отражать фундаментальные процессы. Имеется тенденция рассматривать такие результаты как поддерживающие нативистскую точку зрения, но фактически они нейтральны по отношению к спору о роли природы и воспитания. Некоторые люди могут потратить больше времени и усилий на решение проблемы либо из-за того, что они обладают меньшим опытом, либо из-за того, что им по наследству достались менее эффективные нервные структуры. Ранее в этой главе уже говорилось о том, что в результате тренировки дети могут намного быстрее взрослых выполнять задания типа мысленного вращения.

Индивидуальные различия в основных факторах, таких как вербальная и пространственная способности, а также способность рассуждения, по-видимому, отражают скорость и легкость, с которыми протекают основные когнитивные процессы.

Множественный интеллект по Гарднеру

В своей книге, изданной в 1983 г., Говард Гарднер утверждал, что существует по крайней мере шесть видов интеллекта: лингвистический, музыкальный, математический, пространственный, личностный и кинестетический интеллект тела. В его книге представлены разнообразные подтверждения этого факта. Гарднер дополнил традиционные психометрические данные, свидетельствующие в пользу таких черт, большим количеством других критериев: фактом, что отдельные нервные центры лежат в основе этих разных видов интеллекта, тем, что можно найти людей, которые исключительно талантливы только в одном из этих направлений, тем, что в исследованиях обработки информации получены подтверждения таких способностей, что у каждого вида интеллекта существуют индивидуальные истории развития, что существуют кросскультурные универсальные формы проявления таких способностей и что для каждого вида интеллекта возникла своя репрезентативная система. Он не смог применить каждый из этих критериев, чтобы убедительно доказать существование каждого вида интеллекта, но тем не менее каждый вид удовлетворяет достаточному количеству критериев, чтобы сложилась довольно убедительная картина.

Очевидно, наиболее вероятно существование лингвистического интеллекта. Как мы отмечали в главах 1, 4 и 11, имеются убедительные подтверждения существования отдельных нервных центров обработки языка. Гарднер рассматривает великих поэтов и писателей как людей, обладающих по-настоящему исключительным лингвистическим талантом. Мы уже обсудили в этой главе и в главах 11 и 12 характерные когнитивные процессы, лежащие в основе языка. В главе 11 мы так-

же обсудили межъязыковые лингвистические универсалии и различные способы овладения языком. И наконец, язык имеет характерную знаковую систему, или письменность.

Также очень вероятно существование отдельного пространственного интеллекта. В главе 4 мы отмечали факты, свидетельствующие в пользу существования отдельных нервных центров пространственной обработки и для восприятия, и для воображения. Мы рассматривали психометрические и экспериментальные данные, подтверждающие наличие отдельной способности пространственной обработки. Гарднер считает повсеместное распространение изобразительного искусства в различных культурах дополнительным подтверждением существования специфического пространственного интеллекта.

В психометрических тестах результаты измерения математической способности имеют тенденцию сильно коррелировать с пространственной способностью. Вообще, утверждения Гарднера о существовании отдельной кросскультурной математической способности несколько слабы. Часть проблемы заключается в их определении. Во всех культурах есть системы счета, но многое из того, что измеряется психометрическими тестами как математическая способность, уникально для современных обществ. Сложно представить, что существуют такие же универсалии в современной алгебре, как и универсалии в области естественных языков. Могут существовать универсальные формы более простых числовых способностей, таких как счет. Гарднер указывает на так называемый синдром Герстмана, который связан с поражением левой теменной доли и участков височной и затылочной долей, прилегающих к ней. Люди с поражением этих нервных центров испытывают трудности с арифметическим счетом, с ориентацией «левое—правое» и с идентификацией своих пальцев. Однако наблюдается мало согласия по вопросу о природе этой проблемы. Вероятно, разумно рассматривать упоминание Гарднером математической способности не в смысле математики, а в смысле более общего фактора рассуждения, о чем говорилось ранее.[1]

Три других вида интеллекта из упоминаемых Гарднером обычно не рассматриваются как когнитивные, и многие ученые возражают против использования Гарднером термина *интеллект* для их описания. Но исследование Гарднера показывает, что индивидуальные различия не являются чисто когнитивными. Хорошим примером служит случай с музыкальными способностями. В самом деле, существуют огромные индивидуальные различия в музыкальной способности, если принять во внимание наличие таких необыкновенно развитых детей, как Моцарт. Музыка определенно универсальна в смысле культуры. Гарднер утверждает, что музыкальная способность локализована в правом полушарии мозга, в отличие от языка, который связан с левым полушарием.

Под кинестетическим интеллектом тела Гарднер понимает навык использования тела, приводя в качестве примера мимов, у кого этот навык особенно раз-

---

[1] Мак-Клоски (McCloskey, 1992) сообщал об изучении двух пациентов с проблемами в умножении чисел. Однако эти пациенты, по-видимому, не соответствуют паттерну Гарднера. По крайней мере, один из них имел поражение лобной доли, а не теменной. Также оба пациента испытывали более общие проблемы, чем арифметические. — *Примеч. авт.*

15 Зак. 764

вит (например, Марсель Марсо). Мы рассматривали в главе 1 подтверждения того, что существуют специфические нервные центры, отвечающие за движения тела. Гарднер рассматривает универсальность танца и производства орудий как подтверждение существования универсальной свойственной людям способности, включающей в себя движения тела.

Гарднер различает два вида личностного интеллекта. Один из них касается понимания себя, а другой связан со способностью к социальному успеху. Гарднер утверждает, что во всем мире люди демонстрируют различные и универсальные истории развития, реализуя себя как личности, начиная с сильной младенческой привязанности к своим матерям и проходя мятежный подростковый возраст, во время которого достигается независимость.

Одно из следствий точки зрения Гарднера, касающейся множественного интеллекта, заключается в том, что не имеет смысла говорить об одном человеке, как более сообразительном, чем другой. Интеллект — не унитарное понятие, подобное росту. Как сказал известный психометрик Хорн, «хотя слово "интеллект" (как унитарное понятие) продолжает быть полезным в повседневной жизни, оно не является хорошей научной концепцией» (Horn, 1986).

Гарднер доказал, что существует биологическая основа для большого разнообразия видов интеллекта.

Выводы

Мы завершаем наше обсуждение человеческого интеллекта (главу) и когнитивной сферы человека (книгу). Периодически возвращающаяся на протяжении всей книги тема касается относительного разнообразия компонентов психики. В первой главе были рассмотрены доказательства специализации нервной системы. В следующих главах были приведены данные, указывающие на существование разных уровней обработки информации, поступающей в систему. Мы обсудили различные типы репрезентации знаний и различия процедурного и декларативного знания. Затем мы обсудили особый статус языка. Многие из этих отличительных признаков были более детально описаны в данной главе, посвященной индивидуальным различиям.

Второй аспект разговора касался скорости обработки. В этой книге чаще всего в качестве средства оценки когнитивных функций использовались данные о латентном периоде реакции. Часто, когда мы приводили данные об ошибках (вторая наиболее часто используемая зависимая переменная), они были лишь отражением медленной обработки. В этой главе мы видели подтверждения того, что люди различаются по скорости обработки, и в этой книге мы подчеркиваем, что эта скорость может быть увеличена тренировкой.

В дополнение к количественному компоненту скорости существует и качественный компонент индивидуальных различий. Люди могут различаться по своим сильным сторонам. Они могут также различаться по стратегиям, используемым для решения проблем. В главе 9 мы видели доказательства того, что один из способов повышения мастерства заключается в развитии более эффективной стратегии.

Человеческий разум можно рассматривать как аналогию большой корпорации, состоящей из многих взаимодействующих компонентов. Каждая корпорация имеет свои сильные стороны, что отражает сильные стороны ее компонентов. В результате тренировки различные компоненты становятся более эффективными при выполнении соответствующих задач. Другой способ достижения лучших результатов состоит в стратегической реорганизации частей корпорации. Но успешная компания — это больше, чем просто сумма своих частей. Эти части должны слаженно взаимодействовать друг с другом, чтобы достичь глобальных целей организации. Некоторые ученые (Anderson, 1983; Newell, 1991) жаловались на довольно фрагментированную картину человеческого разума, которая складывается в результате современных исследований в когнитивной психологии. Одной из задач будущих исследований является понимание того, как все эти части совмещаются, чтобы образовать психику человека.

Замечания и рекомендуемая литература

Пиаже с соавторами написали большое количество книг по детскому развитию, которые были переведены с французского. В их числе «Истоки детского интеллекта» (Piaget, 1952a), «Детское понимание чисел» (Piaget, 1952b) и книга Инхелдера и Пиаже «Развитие логического мышления с детства до юности» (Inhelder & Piaget, 1958). Сиглер (Siegler, 1998) написал книгу по когнитивному развитию. Книга Куна и Сиглера (Kuhn & Siegler, 1998) представляет собой общий обзор. Четыре симпозиума по когнитивным процессам университета Карнеги (Siegler, 1978; Sophian, 1984; Granrud, 1993; McClelland & Siegler, в печати) содержат большое количество статей, представляющих различные подходы обработки информации к изучению когнитивной сферы. Многие авторы написали работы по проблеме познания и старения, включая Солтхауза (Salthouse, 1991) и Пернаттера (Perhnutter, 1988). Саймонтон (Simonton, 1997) описывает свою теорию продуктивности в жизненном цикле и представляет дополнительные данные, согласующиеся с рис. 13.10. Стернберг (Sternberg, 1985) описывает свою тройственную теорию интеллекта и дает резкую критику традиционных подходов к интеллекту (Sternberg, в печати). Значительные споры об *IQ* были вызваны публикацией работы Гернштайна и Мюррея (Herrnstein & Murray, 1994) *The Bell Curve* («Кривая нормального распределения»). Отчет специальной комиссии Американской психологической ассоциации по поводу этих споров содержится в февральском номере журнала *American Psychologist* за 1996 г.